

cogniTherapy: una Aplicación Web para la Estimulación y Rehabilitación Cognitiva de Pacientes con Párkinson



Revista EIA
ISSN 1794-1237
e-ISSN 2463-0950
Año XIX/ Volumen 22/ Edición N.43
Enero - junio 2025
Reia4322 pp. 1-29

Publicación científica semestral
Universidad EIA, Envigado, Colombia

PARA CITAR ESTE ARTÍCULO / TO REFERENCE THIS ARTICLE /

Salamanca Téllez, J. A.; Duque Becerra, L. M. y Bedoya Leiva, O. F.
cogniTherapy: una Aplicación Web para la Estimulación y Rehabilitación Cognitiva de Pacientes con Párkinson

Revista EIA, 22(43), Reia432 pp. 1-29
<https://doi.org/10.24050/reia.v22i43.1769>

✉ Autor de correspondencia:

Bedoya Leiva, O. F.
Doctor en Ciencias de la computación
Correo electrónico:
oscar.bedoya@correounivalle.edu.co

Recibido: 21-03-2024

Aceptado: 10-12-2024

Disponibile online: 01-01-2025

JULIÁN ANDRÉS SALAMANCA TÉLLEZ¹

LINA MARCELA DUQUE BECERRA¹

✉ OSCAR FERNANDO BEDOYA LEIVA¹

1. Universidad del Valle, Colombia.

Resumen

En el actual escenario de tratamientos no farmacológicos para la enfermedad de Parkinson, las terapias de rehabilitación y estimulación cognitiva han migrado hacia el ámbito digital mediante diversas aplicaciones. Sin embargo, la mayoría de estas plataformas adoptan un enfoque unilateral centrado principalmente en la interacción paciente-aplicación, relegando en gran medida la participación del terapeuta, figura esencial en el proceso terapéutico. Además, muchas de estas aplicaciones no permiten la configuración de los ejercicios. Esto limita enormemente su utilidad ya que pacientes con distintos niveles de funcionamiento cognitivo deben realizar los mismos ejercicios sin tener la posibilidad de adaptar cada actividad de acuerdo a sus necesidades específicas.

En este artículo, se presenta *cogniTherapy*, un innovador sistema concebido como un espacio virtual de entrenamiento cognitivo para pacientes, así como una herramienta integral de gestión y administración de ejercicios para el terapeuta. Con un total de 15 juegos configurables distribuidos de manera equitativa entre cinco dominios cognitivos diferentes (atención, lenguaje, memoria, funciones ejecutivas y habilidades visoconstructivas), y la implementación de siete módulos clave (dashboard, gestión de pacientes, perfil, biblioteca, galería de juegos, actividades y sesiones), *cogniTherapy* busca ser una aplicación inclusiva para ambos participantes en el proceso terapéutico: el paciente y el terapeuta. Además, se espera que su enfoque integral ofrezca una experiencia de rehabilitación

cognitiva más personalizada y colaborativa. La aplicación cogniTherapy se desarrolló usando lenguajes y tecnología de punta como React, JavaScript, Axios y Phaser 3 en el frontend, y Django REST Framework en el backend. Además, se emplearon herramientas como Jest y Django Test para las pruebas.

Palabras clave: Atención; Dominios cognitivos; Estimulación cognitiva; Funciones ejecutivas; Memoria; Pacientes; Parkinson; Software; Terapeuta; Rehabilitación cognitiva.

cogniTherapy: A Web Application for the Cognitive Stimulation and Rehabilitation of Parkinson's Patients.

Abstract

In the current landscape of non-pharmacological treatments for Parkinson's disease, rehabilitation and cognitive stimulation therapies have transitioned into the digital realm through various applications. However, the majority of these platforms adopt a unilateral approach, primarily centered on patient-application interaction, significantly sidelining the involvement of the therapist, an essential figure in the therapeutic process. Moreover, many of these applications do not allow for exercise customization, greatly limiting their utility, as patients with varying levels of cognitive functioning are required to perform the same exercises without the option to tailor each activity according to their specific needs.

This article introduces cogniTherapy, an innovative system conceived as a virtual cognitive training space for patients and a comprehensive exercise management tool for therapists. Featuring a total of 15 configurable games evenly distributed across five different cognitive domains (attention, language, memory, executive functions, and visuoconstructive skills) and the implementation of seven key modules (dashboard, patient management, profile, library, game gallery, activities, and sessions), cogniTherapy aims to be an inclusive application for both participants in the therapeutic process: the patient and the therapist. Additionally, its comprehensive approach is expected to provide a more personalized and collaborative cognitive rehabilitation experience. cogniTherapy was developed using cutting-edge languages and technology such as React, JavaScript, Axios, and Phaser 3 on the frontend, and Django REST Framework on the backend. Testing tools like Jest and Django Test were also employed in the development process.

Keywords: Attention; Cognitive domains; Cognitive rehabilitation; Cognitive stimulation; Executive functions; Memory; Patients; Parkinson's; Software; Therapist.

1. Introducción

La enfermedad de Parkinson se define clínicamente como un trastorno neurodegenerativo que se caracteriza por la triada motora compuesta por temblor en reposo, rigidez y enlentecimiento de los movimientos (Martínez et al., 2016). Además, presenta complicaciones como la incapacidad para iniciar movimientos y alteraciones en la postura y forma de caminar (Chávez-León et al., 2013). Según la Organización Mundial de la Salud, la discapacidad y las muertes relacionadas con esta enfermedad están en aumento de manera más rápida que cualquier otro trastorno neurológico. La prevalencia de la enfermedad se ha duplicado en los últimos 25 años, y en 2019 se estimó que más de 8,5 millones de personas a nivel mundial vivían con la enfermedad de Parkinson, lo que representó un incremento del 81% desde el año 2000 (Moreno et al., 2019). Según Castro & Buriticá (2014), en Colombia hay una prevalencia estimada de Parkinson de 4,7 (IC95%: 2,2 a 8,9) por 1,000 habitantes y se detecta con mayor frecuencia en personas mayores de 60 años.

La enfermedad de Parkinson se caracteriza principalmente por la aparición gradual y progresiva de cuatro signos distintivos: bradicinesia, temblor en reposo, rigidez y alteración de los reflejos posturales (Carrillo, 2019). Sin embargo, el cuadro clínico también abarca síntomas no motores, como trastornos cognitivos, del sueño y del habla, siendo la disartria un trastorno común en personas con Parkinson. Según Jankovic (2008) y Berjano (2002), para desacelerar la evolución de la enfermedad, es esencial proporcionar al paciente tanto tratamiento farmacológico como rehabilitación física y cognitiva. La rehabilitación cognitiva se define como el uso de diferentes estrategias de intervención destinadas a capacitar a los pacientes en la gestión de sus déficits cognitivos (Clare & Woods, 2003). Por su parte, para Espert & Villalba (2014), se define como el conjunto de técnicas y estrategias orientadas a mejorar el rendimiento y eficacia de diversas capacidades y

funciones cognitivas. Esta práctica se caracteriza por la ausencia de interacción farmacológica y por los cambios en la plasticidad cerebral que experimenta el paciente, entendida como la capacidad del sistema nervioso para modificar su estructura y funcionamiento en respuesta a las influencias del entorno a lo largo de la vida. Los objetivos primordiales de la estimulación cognitiva son trabajar con las capacidades que aún conserva el adulto mayor. Dentro de las funciones cognitivas más relevantes y abordadas en las terapias se encuentran la atención, percepción, comprensión, memoria, lenguaje, velocidad de procesamiento, orientación, razonamiento, aprendizaje, praxias, gnosis y control ejecutivo (Ramírez & Riffo, 2020; Jara, 2008; Franco & Criado 2002). Durante el proceso de rehabilitación cognitiva, el paciente y sus cuidadores colaboran con el profesional para identificar objetivos específicos y definir las estrategias de tratamiento. Según Bahar-Fuchs et al. (2013) la rehabilitación cognitiva se caracteriza por ser una intervención altamente personalizada, diseñada según las necesidades y metas individuales. Esta modalidad de intervención ha demostrado tener efectos sostenidos en la cognición general de las personas mayores con deterioro cognitivo relacionado con el envejecimiento (Winocur et al., 2007), revelándose eficaz incluso en casos de deterioro cognitivo leve al mejorar el rendimiento en al menos un dominio (Huckans et al., 2013).

En la actualidad, se dispone de diversas plataformas y aplicaciones diseñadas para la estimulación cognitiva. Un ejemplo destacado es Lumosity (Hardy et al., 2015), una aplicación que ofrece un programa de entrenamiento cognitivo mediante una amplia variedad de juegos. La gamificación es una de las características principales de Lumosity, ya que utiliza juegos cuidadosamente seleccionados y diseñados para introducir al usuario de manera agradable y abierta en ejercicios de estimulación cognitiva específicos para cada dominio. En términos de usabilidad, Lumosity está diseñada para un solo usuario. Durante el entrenamiento cognitivo, la aplicación evalúa constantemente al individuo para identificar sus fortalezas y debilidades, personalizando así las dificultades de cada juego y priorizando tareas que requieren más atención. Otra aplicación

reconocida para el entrenamiento cognitivo es Peak Brain Training, desarrollada por profesionales en neurociencias, ciencia cognitiva y educación. Ofrece más de 45 juegos de entrenamiento breve e intenso basados en situaciones de la vida diaria. La aplicación permite a los usuarios realizar un seguimiento de su progreso mediante gráficos personalizados, facilitando la identificación de fortalezas y debilidades, así como la comparación del desempeño con otros usuarios. Por otro lado, Rehametrics es un software creado por un equipo clínico para la rehabilitación cognitiva a través de actividades prediseñadas y adaptables a las necesidades individuales. Después de evaluar al paciente, el profesional establece las áreas a trabajar y diseña sesiones con actividades específicas para la rehabilitación. El software recopila información precisa sobre movimientos y rendimiento del paciente para su evaluación profesional. NeuronUp, por su parte, es una herramienta destinada a profesionales involucrados en procesos de rehabilitación y estimulación cognitiva. Ofrece una amplia variedad de material y recursos para diseñar sesiones, así como un gestor de pacientes que permite almacenar resultados de manera ordenada en perfiles individuales. Los profesionales pueden acceder a la página web de NeuronUp en cualquier momento y desde cualquier lugar para revisar los resultados de sus pacientes, planificar sesiones, y configurar ejercicios específicos para cada individuo, entre otras funcionalidades.

Por otro lado, se encuentran productos de apoyo digital diseñados específicamente para pacientes con la enfermedad de Parkinson, como Apkinson (Orozco-Arroyave, 2020), una aplicación móvil que evalúa y monitorea las habilidades motoras de personas afectadas por esta enfermedad. La aplicación presenta un conjunto de 38 ejercicios destinados a dar seguimiento a tres destrezas clave: el habla, el movimiento y las habilidades motrices finas. Cada destreza incluye criterios específicos para su evaluación y se acompaña de una serie de actividades diseñadas con ese propósito. Otra aplicación relevante es CogniFit, una plataforma multidispositivo diseñada para investigadores y científicos que deseen analizar las características neuropsicológicas de la enfermedad de Parkinson en grupos de personas. Forma parte de un programa integral de entrenamiento

cerebral que busca facilitar la gestión y análisis de datos recopilados durante ejercicios y actividades. Este enfoque simplifica la creación de diseños experimentales y ahorra tiempo a los investigadores. Al mismo tiempo, beneficia a los pacientes participantes al ofrecer una amplia variedad de actividades neuropsicológicas. Otra herramienta valiosa es Neuro Gimnasio, una aplicación móvil gratuita diseñada para proporcionar consejos prácticos para la vida diaria de personas con Parkinson. Su objetivo principal es mejorar la calidad de vida de los pacientes mediante un repertorio extenso de ejercicios detallados e ilustrados que los usuarios pueden acceder en cualquier momento. Estos ejercicios abarcan diversas áreas, como actividad física, posturas, movilidad, estiramientos, entre otros. No obstante, es importante destacar que la aplicación no proporciona retroalimentación ni respuestas directas a los usuarios durante la realización de las actividades.

Las aplicaciones disponibles pueden ser exhaustivas y contribuir a frenar el desarrollo y la manifestación de ciertos síntomas en los pacientes. Sin embargo, muchas de estas aplicaciones no abordan la rehabilitación cognitiva como un esfuerzo colaborativo, donde el terapeuta y el paciente deben trabajar juntos para desarrollar un programa que atienda de manera integral estas necesidades. Esta limitación restringe significativamente la utilidad de las aplicaciones, ya que no permiten que el terapeuta participe activamente en el proceso de rehabilitación cognitiva del paciente. Además, varias aplicaciones presentan la limitación de no permitir el ajuste y la configuración de los ejercicios. Esto implica que pacientes con distintos niveles de funcionamiento cognitivo se vean obligados a realizar los mismos ejercicios sin tener la posibilidad de adaptar cada actividad a sus necesidades específicas. En este artículo se introduce una nueva aplicación web y móvil diseñada para la estimulación cognitiva de pacientes con Parkinson, denominada cogniTherapy. Esta plataforma no solo ofrece un espacio virtual para el entrenamiento cognitivo de los pacientes, sino que también permite a los terapeutas gestionar y programar ejercicios de manera efectiva. En la actualidad, la aplicación cuenta con 15 juegos centrados en diversos dominios cognitivos, como atención, memoria, funciones ejecutivas, lenguaje, y habilidades visoconstructivas. Además, la

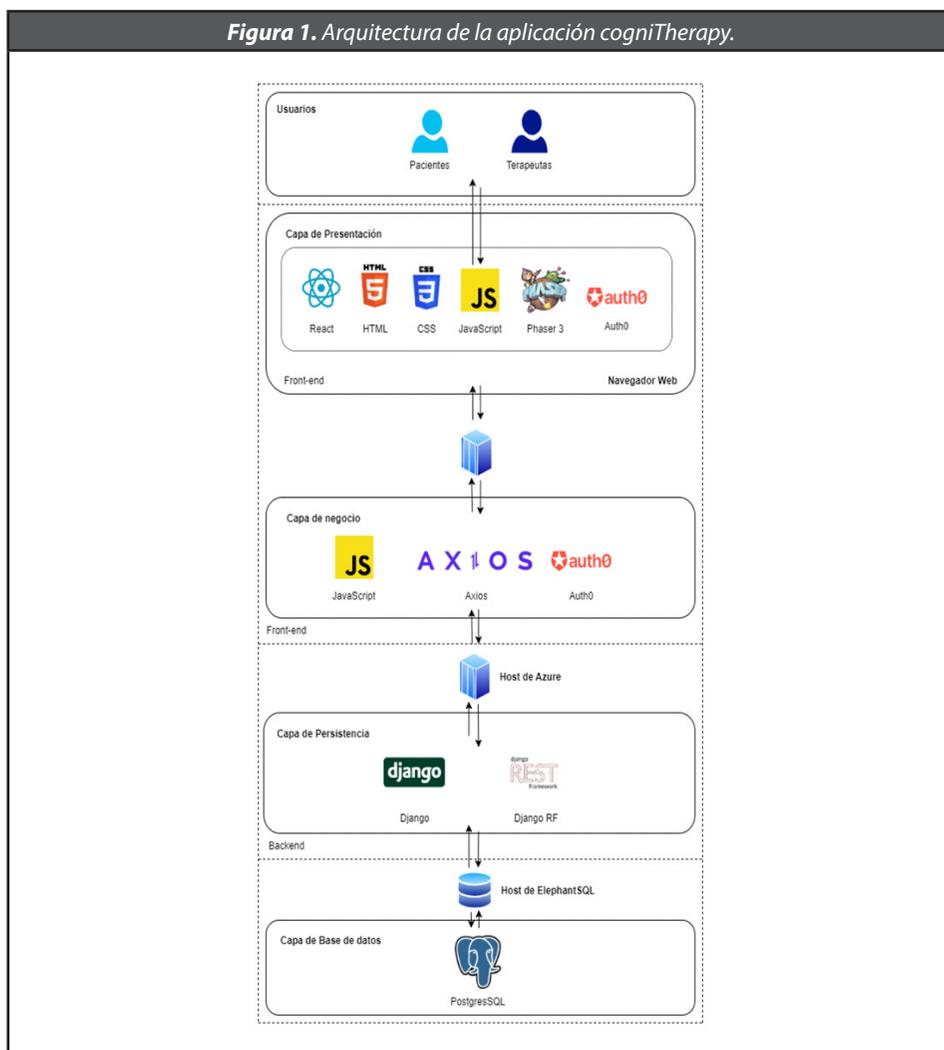
aplicación presenta siete módulos funcionales que incluyen la galería de juegos, la gestión de pacientes, las sesiones, actividades, entre otros. Este enfoque integral busca superar las limitaciones observadas en otras aplicaciones, ofreciendo una experiencia de rehabilitación cognitiva más personalizada y colaborativa.

2. Materiales y Métodos

La aplicación cogniTherapy tiene como objetivo ser un espacio virtual de entrenamiento cognitivo para pacientes con Parkinson y, al mismo tiempo, una herramienta de gestión y programación de ejercicios para terapeutas. cogniTherapy busca garantizar la inclusión tanto de pacientes como de terapeutas mediante la implementación de dos perfiles de usuario con funcionalidades específicas. Para los terapeutas, se ha diseñado un módulo dedicado a la gestión de pacientes, permitiéndoles asignar usuarios a terapias y sesiones programables en un módulo de actividades. Aquí, pueden establecer listas de ejercicios personalizadas, horarios y actividades. Además, los terapeutas pueden supervisar la actividad e historial de ejercicios de cada paciente, junto con los resultados de cada sesión, a través del módulo de gestión de pacientes. Por otro lado, los pacientes cuentan con un módulo para actividades pendientes, donde realizan los ejercicios de estimulación cognitiva asignados por el terapeuta. Asimismo, hay un módulo de entrenamiento libre que permite tanto a terapeutas como a pacientes acceder a todos los ejercicios de la aplicación. Esta función es útil para el terapeuta cuando desea utilizar la aplicación con un grupo de pacientes, y para el paciente si desea practicar con ejercicios adicionales a los asignados por el terapeuta. Es importante señalar que se espera que un cuidador interactúe con la aplicación en representación del paciente, reconociendo las posibles dificultades que un adulto mayor pueda tener al interactuar con la misma. El cuidador desempeñará un papel fundamental al guiar al paciente en el uso de cogniTherapy.

La Figura 1 ilustra la arquitectura de cogniTherapy, compuesta por cuatro capas. La capa de base de datos garantiza un almacenamiento seguro y eficiente mediante PostgreSQL (The

PostgreSQL Global Development Group, 2024), con despliegue a través de ElephantSQL (ElephantSQL, 2024). Para la persistencia de datos, se emplearon Django y Django REST Framework, abstrayendo la lógica de acceso a la base de datos y actuando como el backend del aplicativo. La capa de negocio gestiona operaciones específicas y se comunica con la capa de persistencia mediante Axios, JavaScript y Auth0 para autenticación. La capa de presentación utiliza JavaScript, React y Material UI, mostrando resultados y permitiendo la interacción del usuario. El módulo de juegos se desarrolló con Phaser 3 (Faas, 2017). Esta estructura en capas facilita el desarrollo y la gestión del software, proporcionando claridad en las tareas y promoviendo modularidad.



2.1 Módulos

La aplicación *cogniTherapy* se divide en seis módulos con el propósito de identificar y asignar distintas responsabilidades dentro del código. A continuación se describe cada uno.

- **Actividades:** módulo encargado de la gestión de actividades. En el caso de un terapeuta, permite la asignación, revisión, o eliminación de actividades a sus pacientes asignados, mientras que para un paciente, permite la revisión y ejecución de las actividades agendadas. Una actividad se caracteriza por tener un nombre, un rango de fechas en el que se espera que se realice, el terapeuta que crea la actividad, los pacientes asignados a dicha actividad, así como el estado de la actividad. Además, una actividad incluye la lista de juegos que la conforman. Los estados de las actividades pueden ser Pendiente, En Curso, Realizada, y Caducada.
- **Biblioteca:** módulo que permite a los terapeutas crear, modificar, eliminar y reproducir listas de juegos. Estas listas se utilizan para configurar conjuntos de juegos con parámetros personalizables, como la cantidad de rondas y niveles, que pueden asignarse a pacientes a través de actividades. Esto permite a los terapeutas personalizar la sesión de cada paciente al ajustar la dificultad de cada juego y la combinación entre ellos, creando experiencias de juego únicas entre cada paciente. Cada lista incluye un ID único, un conjunto de juegos, y el autor de la lista, permitiendo así la variabilidad de los ejercicios al crear conjuntos de juegos con configuraciones específicas hechas por el terapeuta.
- **Pacientes:** módulo que permite al terapeuta listar y gestionar a sus pacientes asignados, así como a aquellos sin asignación. Esto incluye la capacidad de actualizar algunos datos sobre los pacientes tales como el estado (activo/inactivo), la fase de la enfermedad de *Párkinson*, o asignarlos a sí mismos (en el caso de que no tengan asignación).

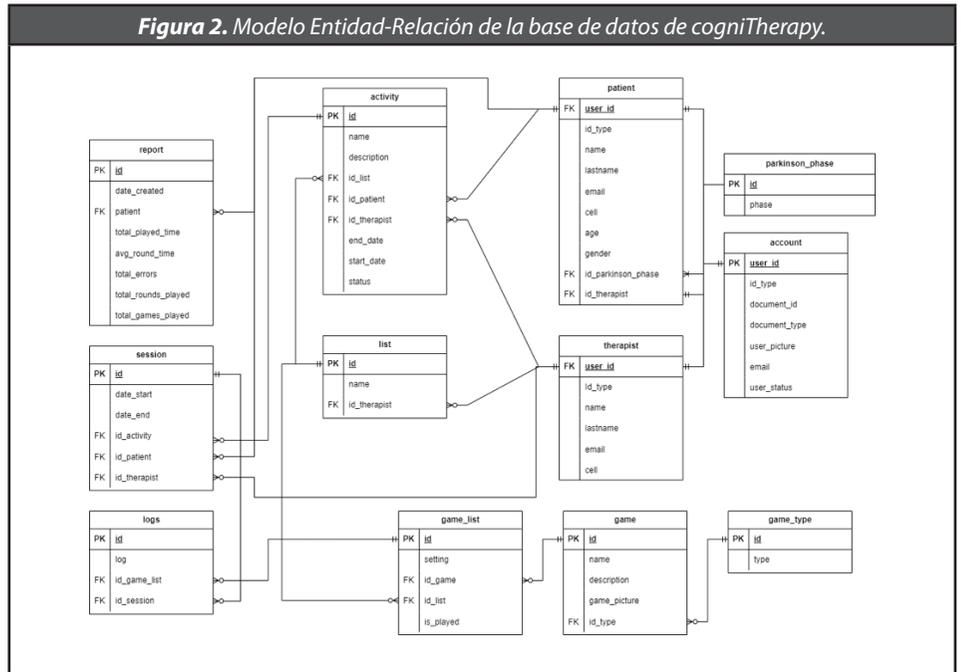
- Galería de juegos: módulo que permite a cualquier usuario (sin importar su rol) la ejecución libre de cualquier juego disponible en el aplicativo.
- Perfil: módulo que permite la visualización del perfil de un usuario de la aplicación. En el caso de ver el perfil de sí mismo, dicho usuario tendrá la opción de actualizar su información.
- Sesiones: lista los resultados de cada actividad, detallando tiempos y puntajes de cada juego.

2.2. Diseño

En esta sección, se destacan artefactos clave del diseño que desempeñaron un papel fundamental en el desarrollo de la aplicación cogniTherapy.

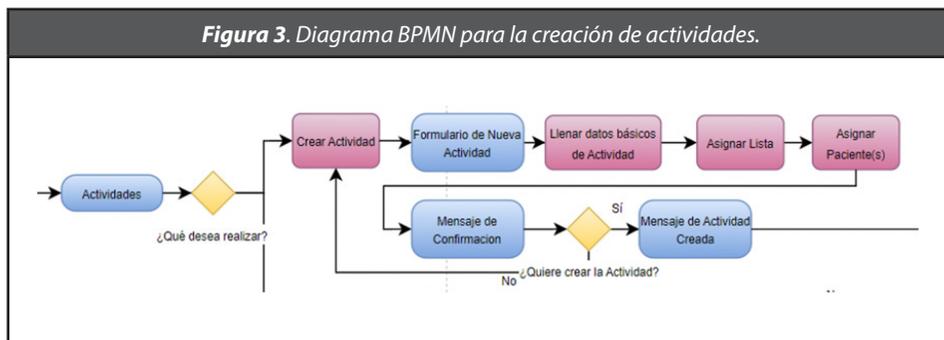
2.2.1 Diagrama de base de datos

La base de datos de la aplicación cogniTherapy sigue un modelo de datos relacional, y en la Figura 2 se presenta este modelo que abarca 12 entidades. Entre ellas, destaca la tabla “Patient”, que almacena información personal de los pacientes, como nombre, edad y género, con una llave foránea vinculada a la entidad “Phase”, que proporciona detalles sobre la fase de Parkinson del paciente. Además, la entidad “Session” registra los resultados de los pacientes al completar actividades específicas, incluyendo fechas de inicio y fin, junto con una llave foránea que se conecta a la entidad “Therapist”, que contiene detalles sobre el terapeuta que asignó la sesión. También se incluye la entidad “Game”, que almacena información de los juegos, como nombre, imagen principal y el dominio cognitivo que abordan. Además, la entidad “List” contiene todas las listas de juegos creadas por los terapeutas.



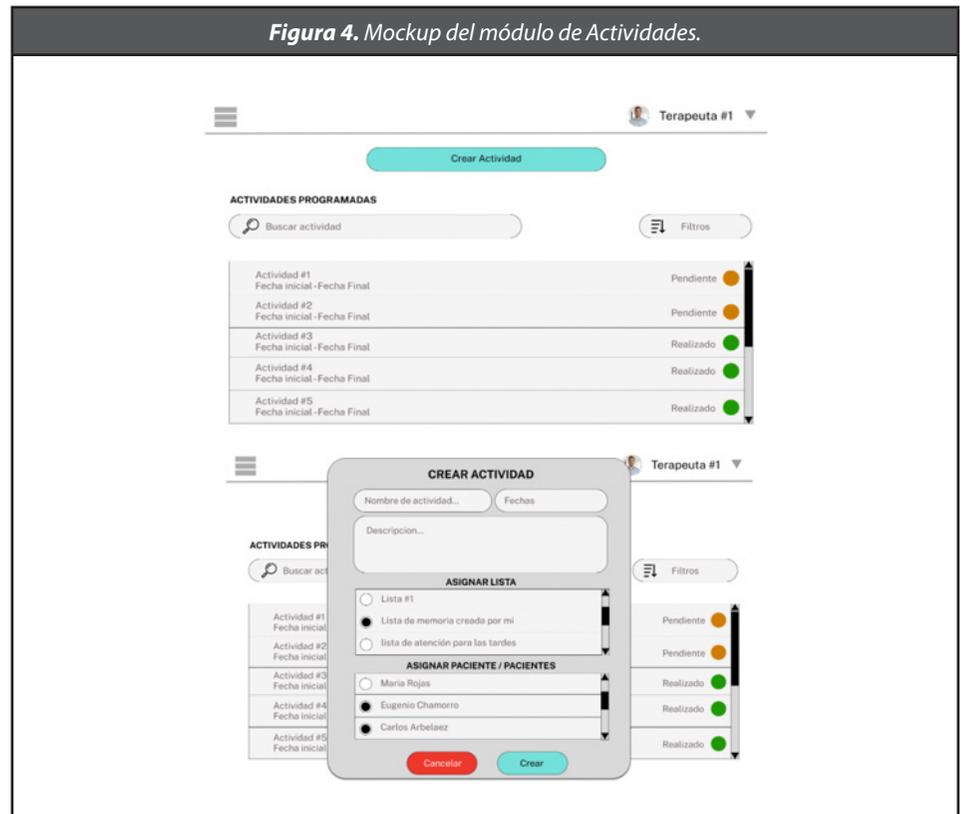
2.2.2 Diagrama de procesos

El diagrama BPMN (Business Process Model and Notation) (Briol, 2008) proporciona un exhaustivo análisis gráfico de las distintas funcionalidades disponibles para los usuarios de una aplicación. Uno de los posibles procesos clave del aplicativo cogniTherapy es la creación de actividades por parte de un terapeuta, cuyo correspondiente diagrama BPMN se muestra en la Figura 3. Este proceso comienza cuando un terapeuta, estando en el panel de actividades, decide crear una nueva actividad. Al seleccionar esta opción, se despliega un formulario en forma de *Dialog* para ingresar la información necesaria de la actividad como nombre, descripción, y el intervalo de tiempo asignado para los pacientes. Luego, por medio de un componente, el terapeuta seleccionará una lista de juegos creada previamente en el módulo de Biblioteca y asignará dicha lista a la actividad. Finalmente, el terapeuta elige a uno o varios pacientes a los cuales se les asignará la actividad. Una vez completada esta asignación, aparecerá un mensaje de confirmación. Si el terapeuta acepta el mensaje, se confirma la creación de la actividad o actividades, en caso de haber seleccionado varios pacientes. Si el terapeuta rechaza el mensaje de confirmación, será retornado al formulario inicial en el *Dialog*.



2.2.3 Diseño de interfaces por medio de Mockups

Para la creación de las interfaces de la aplicación, se utilizó la herramienta Figma (Figma, 2024), adoptando el estilo, tipografía y paleta de colores de la plantilla React Mantis (Mantis, 2024). Este proceso resultó en la elaboración de 10 prototipos de diseño, abarcando mockups de módulos como actividades, biblioteca y sesiones, así como prototipos específicos para el perfil de terapeuta, creación de actividades, reproducción de juegos, entre otros elementos. En la Figura 4 se presenta el mockup del módulo “Actividades”, accesible exclusivamente para terapeutas, permitiendo la gestión de actividades, incluyendo la creación y visualización de aquellas programadas previamente. Con base en este diseño, se anticipa que el terapeuta podrá revisar sus actividades, presentadas según su estado (Pendiente o Realizado). Además, se incorpora el botón “Crear actividad”, que facilita la creación de una nueva actividad mediante un formulario, incluyendo nombre, fechas de inicio y fin, descripción, lista de juegos asociados y el listado de pacientes asignados a la actividad.



2.2.4 Diseño de Juegos

La fase de diseño previa al desarrollo de los juegos se ejecutó mediante Phaser3, un framework que facilita la creación de videojuegos con HTML5. Durante esta etapa, se abordaron diversos aspectos, tales como la conceptualización artística, la incorporación de sonido, las mecánicas de juego, el diseño de programación y los objetivos de cada juego. En la Tabla 1 se presentan en detalle los nombres de los 15 juegos implementados, sus dominios cognitivos asociados, descripciones individuales, variables configurables que permiten la parametrización de cada juego, así como los periféricos y las variables de resultados que se registran al ser realizados por un paciente.

Tabla 1. Juegos del aplicativo cogniTherapy.

Domínio Cognitivo	Nombre del juego	Descripción	Variables para configurar	Periféricos	Variables de resultados
Atención	Objeto Intruso	El jugador se enfrenta a un escenario con objetos en donde debe identificar el que no se repita.	- Número de rondas. - Número de intentos. - Categorías.	Cursor	- Tiempo total - Tiempo promedio por ronda - Número de errores - Número de rondas
	Flechas Árticas	El jugador identifica la dirección correcta según la orientación y el color de las flechas presentes en un escenario.	- Número de intentos. - Número de rondas de la primera parte. - Número de rondas de la segunda parte.	Teclado	- Tiempo total - Tiempo promedio por ronda - Número de errores - Número de rondas
	Flechas Congeladas	El jugador identifica la dirección de la flecha diferente entre un patrón de flechas.	- Número de intentos - Número de rondas	Teclado	- Tiempo total - Tiempo promedio por ronda - Número de errores - Número de rondas
Memoria	Recuerda y Encuentra	El jugador identifica el objeto que no haya aparecido en tableros anteriores.	- Número de intentos - Número de niveles - Número de rondas - Categorías	Cursor	- Tiempo total - Tiempo promedio - Número de errores
	Burbujas de Memoria	El jugador decide si el objeto del escenario actual es, o no, es igual al objeto de la escena inmediatamente anterior.	- Número de intentos - Número de rondas	Teclado y/o Cursor	- Tiempo total - Tiempo promedio por ronda - Número de rondas
	Fotografías Misteriosas	Se muestra una secuencia de objetos para que el paciente memorice, luego se pregunta en orden cada objeto que se mostró.	- Número de intentos - Número de objetos por nivel - Número de niveles - Categorías	Cursor	- Tiempo total - Tiempo promedio por ronda - Número de errores - Número de objetos por nivel
Funciones Ejecutivas	Encuentra el número	El jugador identifica la posición (arriba, abajo, centro, izquierda, y derecha) donde se encuentra un número a buscar.	- Número de intentos - Número de rondas	Cursor	- Tiempo total - Tiempo promedio por ronda - Número de rondas
	Letras vs. Números	El jugador responde Sí cuando hay un número al lado izquierdo o una letra al lado derecho, de lo contrario responde No.	- Número de intentos - Número de rondas	Teclado y/o Cursor	- Tiempo total - Tiempo promedio por ronda - Número de rondas - Número de errores
	Cuadrilla de Letras y Números	El jugador responde Sí o No de acuerdo a los números o letras presentados en cuatro paneles. El paciente debe fijarse si los números son pares o impares y si las letras son vocales o consonantes.	- Número de intentos - Número de rondas	Teclado y/o Cursor	- Tiempo total - Tiempo promedio por ronda - Número de rondas
Lenguaje	Palabras Ocultas	Descubrir una palabra oculta por medio de imágenes cuyas iniciales conforman dicha palabra.	- Número de intentos - Número de rondas - Longitud mínima de las palabras - Longitud máxima de las palabras	Teclado y/o Cursor	- Tiempo total - Tiempo promedio - Número de errores
	Letras Marinas	Encontrar todas las palabras ocultas en una sopa de letras teniendo en cuenta la imagen del objeto de la palabra a encontrar.	- Número de intentos - Número de palabras por nivel - Número de niveles- Categorías	Cursor	- Tiempo total - Tiempo rondas - Número de niveles
	Fiesta de Burbujas	A partir de una imagen, descifrar la palabra que representa en una matriz 3x3 de letras.	- Número de intentos - Número de rondas	Cursor	- Tiempo total - Tiempo promedio por ronda - Número de errores
Habilidades Visoconstructivas	Atrapa el ratón	El jugador debe atrapar en el momento exacto a un ratón que hace un movimiento circular uniforme.	- Número de intentos - Número de rondas	Teclado y/o Cursor	- Tiempo total - Tiempo promedio por ronda - Número de errores
	La hora del té	El jugador debe organizar las manecillas de un reloj analógico dada una hora en el menor tiempo posible.	- Número de intentos - Número de rondas	Cursor	- Tiempo total - Tiempo promedio por ronda - Número de errores
	Caos Simétrico	El jugador debe replicar en efecto espejo la posición de los objetos tal y como se encuentran a un lado de la pantalla .	- Número de intentos - Número de rondas	Cursor	- Tiempo total - Tiempo promedio por ronda - Número de errores

2.2.4.1 Historia y guión

Para obtener una visión más clara, uno de los primeros pasos consistió en identificar el género de los juegos en la aplicación. En el contexto de los ejercicios del aplicativo, se clasifican como juegos de agilidad mental, ya que su objetivo principal es el desarrollo y estimulación de habilidades cognitivas. Siguiendo este enfoque, se excluyeron elementos como la historia y el guion durante la fase de diseño, dado que la intención no es contar una historia, sino proporcionar una experiencia inmediata de entrenamiento cognitivo.

2.2.4.2 Arte conceptual

A pesar de que cada juego tiene un objetivo único, se ha mantenido un estilo artístico coherente entre todos ellos para distinguir la apariencia global de los juegos de *cogniTherapy* frente a otras aplicaciones. Para lograr esto, se eligió la fuente “*Trouble*” por su capacidad para atraer la atención sin comprometer la legibilidad para el público en general. Además, la paleta de colores se generó utilizando la herramienta “*colors*” para diseñar los elementos de los menús principales en la mayoría de los juegos. Un aspecto crucial en la apariencia general de los juegos radica en el estilo artístico tanto de los sprites como de los escenarios. Para los sprites, se seleccionaron elementos de *FlatIcon* (Freepik Company, 2024) que mantuvieran un estilo animado y tipo “*cartoon*”, asegurándose de que fueran fácilmente reconocibles para un adulto mayor. En cuanto a los escenarios y menús, se eligió ambientarlos con bosquejos evocadores de paisajes como bosques, playas, montañas y otros biomas. Todo esto se hace con el propósito de conferir a cada juego un toque distintivo sin apartarse del arte conceptual compartido.

2.2.4.3 Mecánicas del juego y *gameplay design*

A pesar de las diferencias en objetivos y mecánicas entre los juegos, la interacción principal en la mayoría de los ejercicios de la aplicación se lleva a cabo a través del cursor. Esto implica la selección de objetos o respuestas, que comúnmente se presentan en forma de opciones “*Sí*” o “*No*”. En algunos casos particulares, se utiliza el teclado para ingresar letras o direcciones mediante el uso de las flechas.

2.2.4.4 Diseño de programación

El ciclo de vida de los juegos en la aplicación, basado en el modelo de Phaser 3, se compone de diversas escenas que representan distintas etapas del juego. Estas escenas son de carácter obligatorio para todos los juegos dentro de la plataforma cogniTherapy, y se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Escenas de las diferentes etapas del juego.

Escena	Descripción
Inicial	Incorpora la opción de acceder a la escena tutorial, donde se proporcionan instrucciones detalladas al jugador sobre el ejercicio, así como la alternativa de comenzar directamente el juego, la cual dirige al usuario a la escena del juego (Game).
Lobby / Tutorial	Se ofrece un tutorial con el propósito de familiarizar al usuario con el ejercicio, seguido de la transición a la escena del juego (Game).
Game / Principal	Se procede con la ejecución del ejercicio. En esta fase, la dinámica se centrará principalmente en rondas, escenarios o tableros donde el jugador avanzará al responder preguntas o seleccionar objetos hasta completar todas las instancias propuestas.
Final	Informa al usuario que el juego ha finalizado exitosamente y se encarga de registrar los resultados obtenidos de la escena Game en un registro. En términos generales, los datos almacenados de cada ejercicio incluyen: tiempo total, tiempo por ronda, cantidad de errores y número de rondas.
Fallida	Esta escena se despliega cuando la variable 'Número de intentos' alcanza el valor cero. Dicha variable constituye uno de los parámetros ajustables por el terapeuta al reproducir un ejercicio y determina la pérdida del mismo. En caso de perder el juego, se notificará al usuario sobre el fallo en el ejercicio, alentándolo a intentarlo de nuevo.

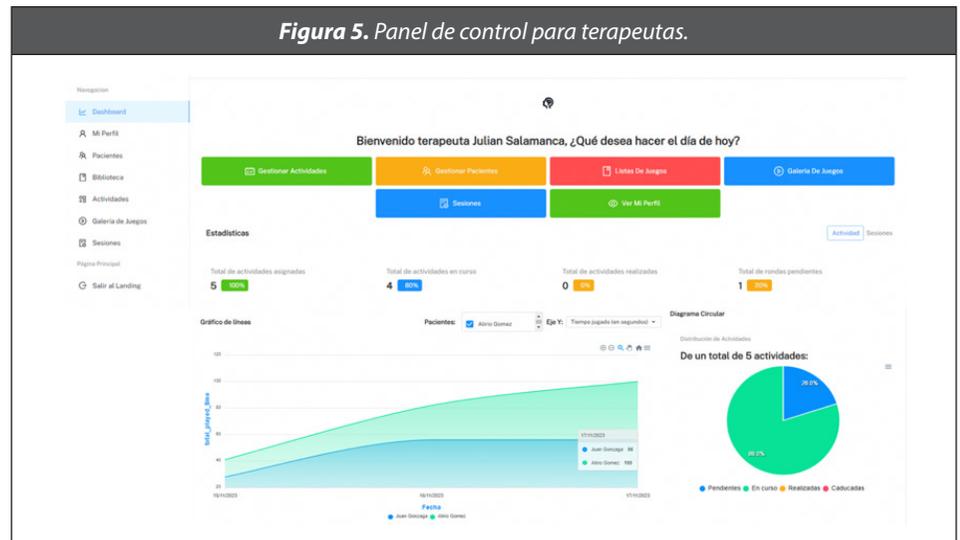
3. Resultados

Para los usuarios que acceden por primera vez a la aplicación, se requiere realizar un registro haciendo clic en la opción "Registrarse", ubicada en la esquina superior derecha de la página de inicio. En este punto, se desplegará un formulario de Auth0, encargado de gestionar la autenticación mediante correos electrónicos y contraseñas en la

aplicación. Como se mencionó previamente, existen dos perfiles: terapeutas y pacientes. A continuación, se detallan las funcionalidades más relevantes para cada uno de estos perfiles.

3.1 Usuario Terapeuta

Una vez que el terapeuta ha completado con éxito el registro, el formulario de Auth0 lo dirigirá automáticamente al panel de control, como se ilustra en la Figura 5. En este entorno, el terapeuta recibirá un mensaje de bienvenida, tendrá acceso a un menú con los diversos módulos diseñados para terapeutas, y visualizará estadísticas detalladas del rendimiento durante las actividades de los pacientes asignados en la parte inferior de la interfaz.

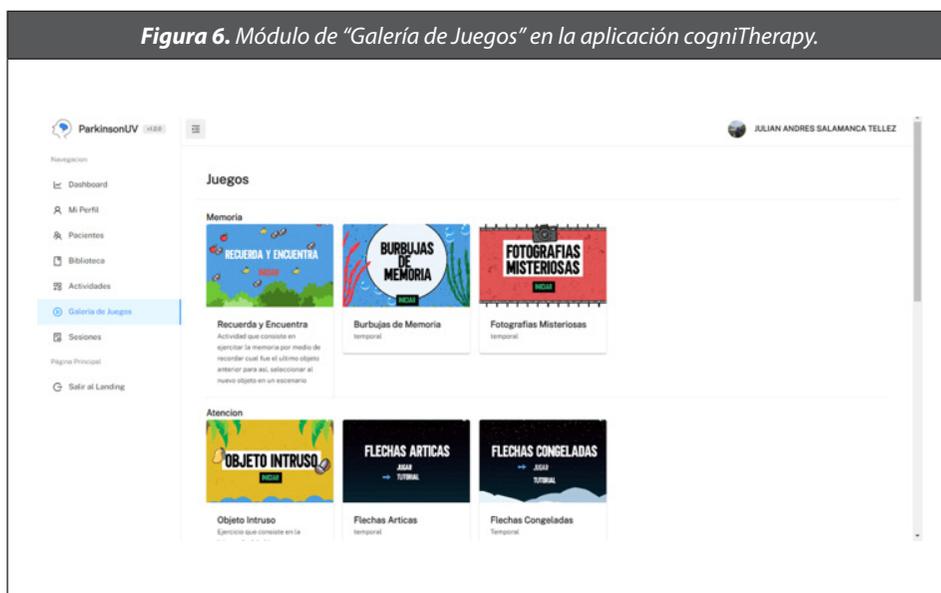


Estas estadísticas se presentan como una herramienta valiosa para monitorear el rendimiento de los pacientes asignados al terapeuta. En la Figura 5, se ilustra un diagrama de líneas a la izquierda que compara el tiempo de juego (en segundos) de dos pacientes durante tres días. Es importante destacar que uno de los pacientes no tuvo actividad en el tercer día, evidenciado por la falta de aumento en el tiempo total jugado en ese periodo. Además, la gráfica circular a la derecha muestra la proporción de estados de las actividades creadas por el terapeuta, señalando que, de cinco actividades, cuatro fueron iniciadas por los pacientes, mientras que una permanece sin

inicializar. En la parte inferior de estas gráficas, se tiene una tabla de reportes que detalla los nombres y resultados de los pacientes en fechas específicas. Aparte del dashboard, el terapeuta tiene la opción de acceder al módulo de “Gestión de pacientes” para administrar la información de pacientes, ya sea aquellos sin asignación o aquellos asignados a su nombre.

3.2 Galería de juegos

El módulo destacado dentro de cogniTherapy es la “Galería de juegos”, diseñado para proporcionar un espacio abierto de ejercicios de estimulación cognitiva sin la necesidad de agendar con antelación. Conforme se explica en la Figura 6, este módulo alberga juegos categorizados según su dominio cognitivo, listos para ser configurados y reproducidos por cualquier usuario.



3.2.1 Juego Objeto Intruso

La dinámica de este juego radica en la generación de n tableros o rondas, en las cuales se eligen objetos pertenecientes a una categoría predefinida. La premisa es que todos los objetos se repiten, excepto uno, que actúa como el objeto intruso. En cada escenario, el jugador debe seleccionar, mediante el uso del ratón, el objeto único entre los

demás. Al iniciar el juego, es esencial considerar las configuraciones disponibles. El terapeuta tiene la capacidad de ajustar diversas variables para la ejecución del juego, como el número de rondas, que determina la cantidad de escenarios; el número de intentos, que disminuye con cada error del jugador; y la categoría o categorías, ya que se pueden seleccionar varias y determinan los conjuntos de objetos disponibles para mostrar. Actualmente, existen cuatro categorías: frutas, alimentos, objetos del hogar y animales. La Figura 7 proporciona un ejemplo de configuración en el que el ejercicio se desarrollará con siete rondas, dos categorías y tres intentos.

Figura 7. Formulario de configuración del juego "Objeto Intruso".

Configuracion - Objeto Intruso

Juego Seleccionado

Objeto Intruso

Especificaciones

Número de Rondas
7

Número de Intentos
3

Categorías

Frutas Alimentos Objetos del hogar Animales

Reproducir Ejercicio

Cerrar

El dominio cognitivo principal de este juego es la atención, ya que premia la rapidez de reacción del jugador al identificar objetos dispuestos de manera aleatoria en la pantalla. En la Figura 8 se encuentra la imagen de la escena inicial y un estado del juego donde el objeto intruso es el racimo de bananos.



3.2.2 Juego Flechas árticas

Este juego tiene como objetivo la identificación de la dirección correcta según la orientación de las flechas presentes en el escenario. En la mecánica del juego, el paciente o cuidador utiliza el teclado para presionar la flecha correcta, teniendo en cuenta que si las flechas son azules, deben seleccionar la dirección a la que apuntan, y si son rojas, deben elegir la dirección opuesta a la que apuntan. Este juego consta de dos secciones: la primera presenta escenarios con una sola flecha, mientras que la segunda involucra múltiples flechas, manteniendo el mismo objetivo. Las variables ajustables por el terapeuta en este caso incluyen el número de intentos, el número de rondas de la primera parte y el número de rondas de la segunda parte. La Figura 9 ilustra imágenes de ambas secciones del ejercicio 'Flechas Árticas'. En la primera sección, se muestra la ronda 1 con una flecha roja que apunta hacia abajo, lo que indica que el jugador debe presionar la flecha arriba en el teclado. En la segunda imagen, se presenta la segunda parte del ejercicio que incluye múltiples flechas. La dinámica se mantiene, y dado que el color es azul en este caso, el jugador debe presionar la flecha abajo en el teclado, siguiendo la dirección de las flechas.



3.2.3 Juego Letras marinas

En este juego se utilizan imágenes de objetos para representar palabras que el jugador debe identificar en una sopa de letras. La usabilidad del juego implica el uso del ratón para conectar las letras y formar las palabras descubiertas en la sopa de letras. Además, las variables configurables por el terapeuta son las siguientes: el número de intentos, que representa cuántas veces el paciente puede revelar una palabra; el número de palabras por nivel, que indica la cantidad de palabras a descubrir en la sopa de letras (limitado a seis para adaptarse al tamaño de la matriz 10x10 y reducir el número de iteraciones necesarias para crear cada sopa de letras); el número de niveles, que define la cantidad de sopas de letras a generar; y las categorías, que determinan el tipo de objetos que aparecerán en el costado derecho para adivinar. La Figura 10 muestra la ejecución de una partida con la configuración mencionada anteriormente. En la primera imagen, se presenta la interfaz de la escena inicial, mientras que en la segunda se muestra el primer nivel con dos objetos ya descubiertos y un tercero siendo revelado, que es la palabra 'banano' ubicada en la última fila marcada.

Figura 10. Escena inicial y principal del juego Letras Marinas.



3.2.4 Juego Fotografías misteriosas

Este juego plantea a los pacientes el desafío de recordar objetos presentados en pantalla durante un período de tiempo y luego identificarlos en secuencia a lo largo de escenarios de preguntas. La dinámica del juego se organiza en niveles y cantidades específicas de objetos; cada nivel comprende dos fases. En la primera fase, el juego exhibe n fotografías de objetos, presentadas una por una durante dos segundos cada una. Una vez que todos los objetos han sido mostrados, se procede a la segunda fase. En esta etapa, se presentan en escenarios, correspondientes a la cantidad de objetos especificada, y se le pide al usuario que identifique la palabra asociada al objeto presentado en el orden específico. A modo de ejemplo, la Figura 11 ilustra las Fases 1 y 2 de la segunda ronda del primer nivel de una partida que consta de cinco objetos. En esta instancia, se muestra una banana en la segunda posición durante la primera fase, y en la fase dos, se formula la pregunta correspondiente. La respuesta correcta en este caso sería la tercera opción, que indica que se trató de un banano.



En términos de usabilidad, el juego requiere el uso del cursor para responder a las preguntas de la fase dos en cada nivel. En lo que respecta a la configuración del juego, se ofrecen cuatro parámetros personalizables: el número de objetos, que determina cuántos objetos se mostrarán por nivel; el número de niveles, que indica la cantidad total de niveles en la partida; el número de intentos, que define la cantidad de oportunidades o errores permitidos durante el ejercicio; y por último, las categorías, que especifican el tipo de imágenes que se mostrarán en el ejercicio.

3.3 Usuario Paciente

La interfaz gráfica para pacientes presenta un menú de módulos más compacto, como se ilustra en la Figura 12, destacando los siguientes módulos específicos para el paciente: Ver Perfil, Actividades y Galería de Juegos. En este módulo, no se dispone de la capacidad de comparar resultados con otros pacientes; los resultados y estadísticas se centran exclusivamente en mostrar informes del paciente en cuestión. Por ejemplo, en la Figura 12, se detalla el progreso individual en el tiempo jugado mediante un gráfico de líneas y, a la derecha, a través de un gráfico circular, se presenta la proporción de actividades asignadas específicamente a dicho paciente. En cuanto al módulo de actividades, esta vista no incluye la opción de crear nuevas actividades. No obstante, el paciente tiene la capacidad de realizar las actividades que le fueron asignadas por el terapeuta.

Figura 12. Interfaz gráfica para un paciente en la aplicación cogniTherapy.



3.4 Pruebas

Considerando la importancia del papel que desempeñan las pruebas de software al garantizar la integridad y el óptimo funcionamiento del sistema, se optó por llevar a cabo pruebas unitarias en el frontend y pruebas de integración en el backend del código de la aplicación.

3.4.1 Pruebas Unitarias

Las pruebas unitarias en el frontend se llevaron a cabo mediante la utilización de la biblioteca Jest, con el objetivo de evaluar el comportamiento de los componentes pertenecientes a los módulos definidos en la aplicación. El diseño de las pruebas se realizó después de completar la implementación de cada módulo, lo que permitió una comprensión más profunda de la lógica de la aplicación en casos particulares. El proceso de diseño se dividió en varias etapas. En primer lugar, se llevó a cabo la identificación de escenarios, donde se analizaron las funciones y componentes de cada módulo para identificar los escenarios en los que deberían ser probados. A continuación, se procedió a la creación de casos de prueba. Para esto, se diseñó un caso de prueba general por módulo,

priorizando el correcto renderizado y el desempeño adecuado de su objetivo. Finalmente, se implementaron las pruebas. En esta fase, se utilizaron las herramientas proporcionadas por la librería Jest para la configuración de mocks o simulaciones, según fuera necesario, en el aislamiento de las pruebas.

Las pruebas fueron ejecutadas al finalizar el desarrollo de cada módulo mediante los siguientes tres pasos. Inicialmente se hizo la ejecución inicial, etapa donde se ejecutaron las pruebas implementadas para el módulo correspondiente luego de desarrollarlo. Segundo, se hizo la identificación y corrección de fallos. Durante esta etapa se presentaron fallos como manejo incorrecto de eventos, problemas de renderización, y errores de lógica. Además, se identificaron las secciones que presentaban inconvenientes haciendo una revisión del código involucrado para dar una posible solución. En tercer lugar se realizó la ejecución de prueba posterior. En este caso, luego de realizar las correcciones, se ejecutan nuevamente las pruebas para confirmar el correcto funcionamiento de la solución implementada. Según los informes después de cada ejecución, se observó que algunos módulos presentaban un mayor número de fallos en comparación a otros, específicamente aquellos asociados a peticiones *POST* donde se necesitaba de inmediato la información enviada. En respuesta a esto se implementaron verificaciones para garantizar la disponibilidad adecuada de la información. Finalmente, la evaluación de las pruebas se basó en los informes generados por Jest después de cada ejecución. Según dichos informes, las pruebas realizadas por módulo a cada *Test Suite* fueron exitosas.

3.4.2 Pruebas de integración

En el transcurso del desarrollo de la aplicación *cogniTherapy*, se llevaron a cabo pruebas de integración en las APIs expuestas por el backend con el propósito de asegurar su cohesión y funcionamiento adecuado. Estas pruebas se enfocaron en verificar la interacción entre las funciones del código y la obtención de respuestas apropiadas a las solicitudes. Para la configuración y ejecución de estas pruebas, se emplearon las bibliotecas *TestCase* y *Client* de *django.test*. Las pruebas de integración se realizaron al concluir cada conjunto de APIs asociadas a un módulo, siguiendo el siguiente proceso:

- 1. Identificación de escenarios de integración:** se analizaron los momentos de interacción entre diferentes componentes del sistema, la manipulación de datos y las respuestas a diversos tipos de solicitudes.
- 2. Configuración de la base de datos:** para realizar las pruebas de integración, se configuró una base de datos temporal y en memoria utilizando SQLite (SQLite Consortium, 2024).
- 3. Diseño de casos de prueba:** se crearon 18 casos de prueba específicamente adaptados a las APIs requeridas desde el frontend para garantizar un comportamiento correcto del sistema.
- 4. Ejecución de pruebas:** se llevaron a cabo solicitudes HTTP simuladas, abarcando los casos de prueba definidos anteriormente.
- 5. Evaluación de resultados:** se verificó la consistencia de las respuestas y la correcta manipulación de datos. Los casos identificados como fallidos estuvieron principalmente relacionados con la estructura del JSON, que no coincidía con las expectativas. Para abordar estas incidencias, se implementaron correcciones específicas en las vistas y los serializadores correspondientes a la API.

4. Conclusiones

En este artículo, se introduce cogniTherapy, una aplicación web que se diferencia notablemente de otras herramientas digitales destinadas a la estimulación cognitiva al centrarse en la parametrización de diversos aspectos dentro de cada uno de sus 15 juegos. Cada juego ofrece la posibilidad al terapeuta de ajustar los parámetros según las características específicas de cada paciente, una característica clave que muchas de las herramientas actuales no incorporan. Además de su enfoque personalizable, cogniTherapy también proporciona a los terapeutas un perfil dedicado, permitiéndoles acceder a informes detallados sobre el rendimiento de sus pacientes. Este aspecto reviste importancia,

ya que la rehabilitación cognitiva se aborda como un esfuerzo colaborativo, donde terapeutas y pacientes colaboran para desarrollar un programa integral que satisfaga las necesidades particulares de cada individuo. El desarrollo de cogniTherapy se llevó a cabo utilizando diversas tecnologías, como HTML5, React, Material UI, JavaScript, Axios y Phaser 3 en el frontend, y Django REST Framework en el backend. Además, se emplearon PostgreSQL como base de datos, Jest para las pruebas en el frontend y Django Test para las pruebas del backend.

Referencias

- Bahar-Fuchs Alex, Clare Linda. y Woods Bob. (2013). Cognitive training and cognitive rehabilitation for mild to moderate Alzheimer's disease and vascular dementia. *Cochrane Database of Systematic Reviews* (6). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003260.pub2>.
- Berjano Peirats Enrique. (2002). Impacto social de la rehabilitación en los mayores. Percepción de los mayores ante sus problemas de salud. *Revista Geriatrika*, 2002; 18(4): 12.
- Briol Patrice. (2008). *BPMN, the Business Process Modeling Notation Pocket Handbook*. LuLu. ISBN 978-1-4092-0299-8.
- Carrillo García F. (2019). Enfermedad de Parkinson y parkinsonismos. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*. Volume 12, Issue 73. 2019. Pages 4273-4284. ISSN 0304-5412. <https://doi.org/10.1016/j.med.2019.03.002>.
- Castro Aracelly & Buriticá Omar. (2014). Enfermedad de parkinson: criterios diagnósticos, factores de riesgo y de progresión, y escalas de valoración del estadio clínico. *Acta Neurológica Colombiana*; 30(4): 300-306, 2014.
- Chávez-León Enrique, Ontiveros-Uribe Martha, Carrillo-Ruiz José. (2013). La enfermedad de Parkinson: neurología para psiquiatras. *Salud Mental*, 36(4), 315. <https://doi.org/10.17711/sm.0185-3325.2013.038>.
- Clare Linda, Woods Bob. (2003) Cognitive rehabilitation and cognitive training for early-stage Alzheimer's disease and vascular dementia. *Cochrane Database Syst Rev*, 4. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003260>.
- ElephantSQL. (2024). <https://www.elephantsql.com/>.

- Faas Travis. (2017). *An Introduction to HTML5 Game Development with Phaser.js*. CRC Press. ISBN 9781138921849.
- Figma. (2024). <https://www.figma.com/>.
- Franco Martín Manuel, Criado del Valle Carlos. (2002). *Intervención psicoterapéutica en afectados de enfermedad de Alzheimer con deterioro leve*. Madrid, España: Instituto de Migraciones y Servicios Sociales (IMSERSO). ISBN: 84-8446-044-4.
- Freepik Company. (2024). <https://www.flaticon.es/>.
- Hardy Joseph, Nelson Rolf, Thomason Moriah, Sternberg Daniel, Katovich Kiefer, Farzin Faraz, et al. (2015). Enhancing Cognitive Abilities with Comprehensive Training: A Large, Online, Randomized, Active-Controlled Trial. *PLoS ONE* 10(9): e0134467. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134467>.
- Huckans Marilyn, Hutson Lee, Twamley Elizabeth, Jak Amy, Kaye Jeffrey, Storzbach Daniel. (2013) Efficacy of cognitive rehabilitation therapies for mild cognitive impairment (mci) in older adults: working toward a theoretical model and evidence-based interventions. *Neuropsychology review*, 23 (1), 63-80. <https://doi.org/10.1007/s11065-013-9230-9>.
- Jankovic Joseph. (2008). Parkinson's disease: clinical features and diagnosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*. 79(4):368-76. PMID: 18344392. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2007.131045>.
- Jara Marisol. (2008). Estimulación cognitiva en personas adultas mayores. *Revista Cúpula*. 22. 4-14.
- Mantis. (2024). <https://mantisdashboard.io/>.
- Martínez Fernández Raúl, Gasca Salas Carmen, Sánchez Ferro Álvaro, Obeso José Ángel. (2016). Actualización de la enfermedad de Parkinson. *Revista Médica Clínica Las Condes*. Volume 27, Issue 3. Pages 363-379. ISSN 0716-8640. <https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2016.06.010>.
- Moreno Juan, Millán Paula, Henao Omar. (2019). Introducción, epidemiología y diagnóstico de la enfermedad de Parkinson. *Acta Neurológica Colombiana*. Vol. 35. No. 3. <https://doi.org/10.22379/24224022244>.
- Orozco-Arroyave Juan, Vásquez-Correa Juan, Klumpp Philipp, Pérez-Toro Paula, Escobar-Grisales Daniel, Roth Nils, Ríos-Urrego Cristian, Strauss Martín, Carvajal-Castaño Helber, Bayerl Sebastian, Castrillón-Osorio Luis, Arias-Vergara Tomas, Kunderle Arne, López-Pabón Felipe, Parra-Gallego Luis, Eskofier Björn, Gómez-Gómez Luis, Schuster Maria, Nöth Elmar. (2020). Apkinson: the smartphone application for telemonitoring Parkinson 's patients through speech, gait and hands movement. *Neurodegenerative Disease Management*, 10(3), 137-157. <https://doi.org/10.2217/nmt-2019-0037>.

- The PostgreSQL Global Development Group. (2024). <https://www.postgresql.org/>.
- Ramírez Alejandra, Riffo Bernardo. Efectos de la enfermedad de Parkinson en la percepción de aspectos temporales del habla. *Logos*. 2020, Vol. 30, No. 1, pp.29-39. ISSN 0716-7520. <http://dx.doi.org/10.15443/rl3003>.
- SQLite Consortium. (2024). <https://www.sqlite.org/consortium.html>.
- Espert Tortajada Raúl & Villalba Sara. (2014). Estimulación cognitiva: una revisión neuropsicológica. *Terapeía: estudios y propuestas en ciencias de la salud*, ISSN 1889-6111, ISSN-e 2660-4264, N.º. 6. págs. 73-94.
- Winocur Gordon, Craik Fergus, Levine Brian, Robertson Ian, Binns Malcolm, Alexander Michael, Black Sandra, Dawson Deirdre, Palmer Heather, McHugh Tara, Stuss Donald. (2007). Cognitive rehabilitation in the elderly: Overview and future directions. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 13 (1), 166-171. <https://doi.org/10.1017/S1355617707070191>.