



UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS
FACULTAD 4

VIDEOJUEGO PARA LA REHABILITACIÓN COGNITIVA ENFOCADO EN LA ATENCIÓN.

Trabajo de diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas

Autor: Fernando Bermudez Rodriguez

Tutores: Ing. Alina Dolores Rodríguez Peña

Ing. Dayron Suárez del Toro

La Habana, 2018

*Aquel que conoce la historia puede también hacer el futuro. Hacer el futuro
y pasar sobre el pasado es lo mismo.
Hideo Kojima*

Dedicatoria

A mis padres, mi hermana y mi amada, las luces de mi vida.

Agradecimientos

Agradezco a mis padres, a todos mis amigos, a mis excelentes tutores Ing. Alina Dolores Rodríguez Peña e Ing. Dayron Suárez del Toro y por último a Laura Elena Santana Rojas diseñadora que sobre todo me tuvo mucha paciencia.

Declaración de autoría

Declaramos ser autores de la presente tesis y reconocemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales sobre esta, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmamos la presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

Fernando Bermudez Rodriguez
Autor

Ing. Alina Dolores Rodríguez Peña
Tutora

Ing. Dayron Suárez del Toro
Tutor

Las terapias de rehabilitación cognitiva se realizan mediante la entrega al paciente de cuestionarios impresos que debe resolver en la consulta. Al utilizar este método, las sesiones no siempre se aprovechan correctamente, pues las terapias pueden tornarse lentas, los pacientes no siempre terminan las tareas y deben retomarla en la próxima consulta. El objetivo de esta investigación es desarrollar un videojuego que sirva como herramienta de apoyo a la rehabilitación cognitiva de pacientes con problemas de atención y permita realizar el tratamiento de forma amena desde cualquier lugar. El proceso de desarrollo de la solución fue guiado por el marco de trabajo ingenieril para el desarrollo de videojuegos, se utilizó C# como lenguaje de programación y Unity como motor de videojuegos. El videojuego propuesto informatiza algunos de los ejercicios que se utilizan en la rehabilitación cognitiva centrada en la atención, cuenta con un sistema de gestión de perfiles de usuarios y de salva de los resultados obtenidos, que permite a los especialistas dar seguimiento a la evolución de los pacientes. El videojuego desarrollado puede ser utilizado como herramienta de apoyo en las terapias de rehabilitación y su ejecución en entornos móviles y de escritorio brinda la posibilidad al paciente de realizar los ejercicios no solo en las consultas de rehabilitación, sino desde cualquier lugar donde se encuentre.

Palabras clave: atención, cognitiva, rehabilitación, videojuego serio.

Introducción	1
1 Fundamentación Teórica	4
1.1 Rehabilitación	4
1.2 Rehabilitación cognitiva	4
1.2.1 Rehabilitación cognitiva enfocada en la atención	6
1.3 Ejercicios utilizados para la rehabilitación cognitiva enfocada en la atención	6
1.3.1 Colección “Estimulación Cognitiva para adultos”	7
1.3.2 Matrices Atencionales	8
1.3.3 <i>Test</i> de Stroop	8
1.4 Videojuegos	9
1.4.1 Elementos de un videojuego	9
1.4.2 Videojuegos Serios	10
1.5 Videojuegos para la rehabilitación cognitiva	10
1.5.1 Entrena tu mente	10
1.5.2 <i>Train my Brain (Attention)</i>	11
1.5.3 Neuronix. Videojuego para la rehabilitación cognitiva enfocado en la atención	12
1.6 Plataforma web Medicando	12
1.7 Herramientas y tecnologías	13
1.7.1 Método de ingeniería de software	13
1.7.2 Motor de videojuegos	14
1.8 Consideraciones parciales	15
2 Análisis y Diseño de la solución	16
2.1 Descripción de la propuesta de solución	16
2.1.1 Gestión de perfiles	16
2.1.2 Talleres de rehabilitación	18
2.2 Diseño del videojuego	20
2.2.1 Metas para la experiencia del jugador	20
2.2.2 Elementos formales	21

2.2.3	Elementos dramáticos	23
2.3	Diseño de pantallas gráficas elementales	24
2.3.1	Descripción de las pantallas	24
2.4	Catálogos de Mecanismos	26
2.4.1	Especificación de los mecanismos de los videojuegos	26
2.5	Paquetes de mecanismos	28
2.5.1	Descripción de paquetes de mecanismos	28
2.6	Diagrama de clases	29
2.7	Patrones de diseño	30
2.8	Representación del comportamiento	30
2.8.1	Diagramas de estado	30
2.9	Requisitos no funcionales	31
2.10	Consideraciones parciales	32
3	Implementación y pruebas	34
3.1	Estándar de codificación	34
3.2	Diagrama de componentes	35
3.3	Pruebas de aceptación	36
3.4	Resultados de las pruebas	37
3.5	Consideraciones parciales	39
	Conclusiones	40
	Recomendaciones	41
	Acrónimos	42
	Referencias bibliográficas	43
	Apéndices	46
A	Anexos	47
A.1	Objetivos específicos por minijuego	47
A.2	Carta de aceptación	49

Índice de figuras

1.1	Ejercicio de muestra. Nivel de complejidad 1.	7
1.2	Ejercicio de muestra. Nivel de complejidad 2.	8
1.3	Imágenes del videojuego Entrena tu mente, ejercicio “Muestras organizadas”.	11
1.4	Imágenes del videojuego Entrena tu mente, ejercicio “¿Figuras iguales?”.	11
1.5	Ejercicio implementado en <i>Train my brain (Attention)</i>	12
2.1	Ejercicios basados en matrices.	18
2.2	Ejercicios basados en el taller de Stroop.	19
2.3	Modo de juego: Igual a.	20
2.4	Diagrama de paquetes de los mecanismos.	28
2.5	Diagrama de clases de la solución.	29
2.6	Diagrama de estado del mecanismo Menú Principal.	30
2.7	Diagrama de estado del mecanismo Selección de ejercicios.	31
2.8	Diagrama de estado mecanismo Perfil de jugador.	31
2.9	Diagrama de estado mecanismo Experiencia del usuario.	31
3.1	Diagrama de componentes del mecanismo Control de Menú.	35
3.2	Diagrama de componentes del mecanismo Experiencia del usuario.	36
3.3	Diagrama de componentes del mecanismo Selección de ejercicios.	36
3.4	Resultados de las pruebas aplicadas.	37
3.5	Resultados de las pruebas aplicadas.	38
A.1	Carta de aceptación.	50

Índice de tablas

2.1	Elementos formales. Jugadores.	21
2.2	Elementos formales. Objetivos Generales.	21
2.3	Elementos formales. Objetivos específicos, modo de juego: Similares.	21
2.4	Elementos formales. Objetivos específicos, modo de juego: Iguales pero diferentes.	22
2.5	Descripción de las pantallas.	24
2.6	Especificación de los mecanismos de los videojuegos.	26
3.1	Descripción del estándar de codificación.	34
3.2	Escala Índice de satisfacción grupal.	39
A.1	Elementos formales. Objetivos específicos, modo de juego: Columnas.	47
A.2	Elementos formales. Objetivos específicos, modo de juego: Ejercicio de Stroop Básico.	48
A.3	Elementos formales. Objetivos específicos, modo de juego: Palabras y colores.	48
A.4	Elementos formales. Objetivos específicos, modo de juego: Igual a.	49
A.5	Elementos formales. Objetivos específicos, modo de juego: Deja Vu.	49

En la actualidad las **Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC)** intervienen en varias esferas de la sociedad, tales como la educación, la salud, el sistema empresarial o el sector militar. La incorporación de las **TIC** en la medicina ha tenido como resultados avances significativos en los tratamientos realizados por los especialistas. La rehabilitación de pacientes es una de las áreas de la medicina que se ha visto beneficiada. Mediante la rehabilitación, el especialista se propone restaurar de forma total o parcial las habilidades cognitivas o motoras de los pacientes, normalmente afectadas por traumas o deterioro de las habilidades en cuestión [1].

Entre los métodos que se utilizan para la rehabilitación cognitiva se encuentra el empleo de talleres. Los talleres son una especie de *test* o juego mental, que se aplican a los pacientes para estimular las funciones cognitivas. Los talleres se aplican de diferentes maneras, ya sea en forma de cuadernos de trabajo, en los que el paciente cuenta con un cuaderno impreso para realizar los ejercicios que se le indiquen, o por medio de aplicaciones informáticas. Las aplicaciones de rehabilitación se consideran importantes herramientas de apoyo a este proceso. Entre las más utilizadas se encuentran [2]:

- **Luminosity:** se utiliza por más de 80 millones de personas en todo el mundo. Crea un programa de entrenamiento para las habilidades cognitivas, fundamentalmente la atención y la memoria [3].
- **Unobrain - Gimnasio Mental:** entrena las áreas cognitivas: memoria, atención, percepción y velocidad de procesamiento de la información, funciones ejecutivas y lenguaje [4].
- **Matrix game 3:** ayuda a desarrollar habilidades de percepción visual, atención, concentración, orientación espacial y planificación.

Los programas de rehabilitación cognitiva que hacen uso de aplicaciones informáticas en su ejecución, tienen las ventajas de permitir un aprendizaje más dinámico, llevar el registro de la puntuación de los pacientes, la posibilidad de proporcionar una retroalimentación y revisión inmediata, así como la opción de repetir el ejercicio tantas veces como sea necesario [5]. Estas aplicaciones, junto a los tratamientos brindados por los especialistas, facilitan el proceso de rehabilitación de los pacientes. Este proceso demanda dedicación por parte de especialistas y familiares de la persona en tratamiento, pues los talleres de rehabilitación cognitiva se realizan a través de consultas planificadas, dejando un papel importante al núcleo familiar. Es vital apoyar el proceso de rehabilitación sin abrumar al paciente y convertirlo en una actividad cotidiana y amena [5].

En el Centro de Rehabilitación de San Antonio de los Baños, Artemisa, se encuentra el Servicio Provincial de Atención Integral Comunitaria a los Trastornos de Memoria (SPAICTM), en este centro se atienden pacientes que han sufrido daño o pérdida de las habilidades cognitivas. Las terapias de rehabilitación se realizan en el centro mediante la entrega a los pacientes de talleres o cuestionarios. Al utilizar este método, las sesiones no siempre se aprovechan correctamente, pues las terapias pueden tornarse lentas, e incluso los pacientes no siempre terminan las tareas y deben retomarlas en la próxima consulta. Cuando los pacientes intentan continuar, usualmente se detecta una involución en el desarrollo de las funciones cognitivas, comparado con los últimos retos que tuvo que afrontar y resolver. Adicionalmente, los pacientes solo pueden realizar las terapias en la consulta.

Teniendo en cuenta la situación problemática anterior, se define como **problema de investigación**: ¿Cómo contribuir al tratamiento de pacientes adultos con afectaciones de las facultades cognitivas, específicamente la atención? A partir del problema de investigación, se toma como **objeto de estudio**: los videojuegos para la rehabilitación cognitiva. Se define como **objetivo general**: desarrollar un videojuego que sirva como herramienta de apoyo a la rehabilitación cognitiva de pacientes con problemas de atención y permita al paciente realizar el tratamiento de forma amena desde cualquier lugar. Teniendo en cuenta el objetivo propuesto, se define como **campo de acción**: los videojuegos para la rehabilitación cognitiva enfocados en la atención.

Para dar cumplimiento al objetivo planteado, se proponen las siguientes tareas de investigación:

- Elaboración del marco teórico de la investigación a través del estudio del estado del arte de los videojuegos y su impacto en la rehabilitación cognitiva centrada en la atención.
- Análisis de los ejercicios utilizados para la rehabilitación cognitiva enfocada en la atención.
- Caracterización de las herramientas y tecnologías para el desarrollo de videojuegos, para seleccionar las que mejor se adapten para el desarrollo de la propuesta de solución.
- Implementación de un videojuego que brinde solución al problema planteado.
- Realización de pruebas para validar el cumplimiento de los requerimientos de la solución desarrollada.

Para el desarrollo de este trabajo se utilizaron métodos de investigación científica, dentro de los que se incluyen los métodos teóricos y empíricos. A continuación, se muestran los principales métodos empleados:

- **Métodos teóricos**

- **Histórico - Lógico**: este método se utiliza para la consolidación de los principales aspectos teóricos que se incluyen en la investigación, como son la rehabilitación cognitiva enfocada en la atención y la aplicación que se puede dar a los videojuegos en ese campo.
- **Analítico - Sintético**: se emplea para el estudio de las teorías y documentos que abordan el uso e importancia de los videojuegos en la rehabilitación cognitiva, permitiendo determinar los elementos que tienen en común.

- **Métodos empíricos**

- **Observación:** este método se utiliza al observar distintos videjuegos existentes para la rehabilitación de pacientes y para definir los elementos principales a tener en cuenta en el desarrollo de la solución. Además, se utilizó al observar como se aplican los ejercicios de rehabilitación tradicionales en centros de rehabilitación.
- **Consulta de fuentes de información:** se utiliza al consultar distintas fuentes bibliográficas relacionadas con el problema de investigación.
- **Pruebas:** fue empleado para realizar pruebas a la propuesta de solución desarrollada, con el objetivo de determinar si se comporta correctamente.

El resto de este documento está estructurado de la siguiente manera:

- **Capítulo 1: Fundamentación Teórica:** en este capítulo se dan a conocer los principales conceptos relacionados con la rehabilitación cognitiva enfocada en la atención, se realiza un análisis de los videojuegos que se utilizan para este fin y de las herramientas y tecnologías que pueden servir como base al desarrollo de la solución.
- **Capítulo 2: Análisis y Diseño de la solución:** en el capítulo se describe la propuesta de solución y los artefactos generados para su desarrollo, se realiza una descripción de los principales componentes de la aplicación y la relación que existe entre estos.
- **Capítulo 3: Implementación y pruebas:** en este capítulo se dan a conocer las pruebas realizadas a la aplicación para comprobar que se cumpliera el objetivo propuesto al inicio de la investigación.

Fundamentación Teórica

En el presente capítulo se definen los principales conceptos que sustentan la investigación, fundamentalmente los relacionados con la rehabilitación cognitiva enfocada en la atención y con los videojuegos serios. Se describe además el método de ingeniería de software y las herramientas y tecnologías que se utilizarán en el proceso de desarrollo de la solución propuesta.

1.1. Rehabilitación

La rehabilitación es un proceso global y continuo, de duración limitada y con objetivos definidos, encaminados a promover y lograr niveles óptimos de independencia física y de las habilidades funcionales de las personas con discapacidades. Dentro de sus objetivos se encuentra, además, el ajuste psicológico, social, vocacional y económico, que le permita al paciente llevar de forma libre e independiente su propia vida [6].

Existen distintos tipos de rehabilitación como son: la rehabilitación ortopédica, pulmonar, cardíaca, pediátrica, geriátrica, deportiva y neuropsicológica. En el caso específico de la rehabilitación neuropsicológica, se define como la actividad que intenta enseñar o entrenar actividades dirigidas a mejorar el funcionamiento cognitivo y de la personalidad global, tras una lesión o enfermedad [7].

La rehabilitación neuropsicológica incluye diferentes tipos de intervenciones, que se dividen en cuatro grupos, estos son: rehabilitación cognitiva, modificación de la conducta, intervención en la familia y readaptación vocacional o profesional [8]. La presente investigación se enmarca en el campo de la rehabilitación cognitiva, la que se define en el próximo epígrafe.

1.2. Rehabilitación cognitiva

El término rehabilitación cognitiva hace referencia a las actividades dirigidas a mejorar el rendimiento cognitivo general o algunos de sus procesos y componentes (atención, memoria, lenguaje, funciones ejecutivas, percepción, entre otros), ya sea en sujetos sanos o en pacientes con algún tipo de lesión en el sistema

nervioso central [8]. Para desarrollar la rehabilitación cognitiva se pueden utilizar los siguientes mecanismos [7]:

- **Restauración o restitución:** mecanismo a través del cual se estimula y mejoran las funciones cognitivas mediante la actuación directa sobre ellas. Se utiliza cuando existe pérdida parcial de un área circunscrita, con disminución de una o varias de las funciones elementales.
- **Compensación:** este mecanismo se utiliza cuando el especialista asume que la función alterada no puede restaurarse e intenta potenciar el empleo de otros mecanismos alternativos o habilidades preservadas.
- **Sustitución:** este mecanismo tiene como objetivo enseñar al paciente diferentes estrategias que le ayuden a minimizar los problemas resultantes de las disfunciones cognitivas.
- **Activación-estimulación:** se emplea para liberar zonas bloqueadas que han disminuido o suprimido su activación.
- **Integración:** se utiliza cuando existe una deficiente interacción entre módulos funcionales o cuando en su interacción temporal se produce interferencia. Tiene como objetivo eliminar la interferencia mediante aislamiento o supresión de las actividades que interfieren y trata de mejorar la actividad mental de manera global.

Estos mecanismos de rehabilitación cognitiva se pueden desarrollar a través de diferentes métodos, entre los que se encuentran [7]:

- **Estimulación no dirigida o práctica:** es el método más antiguo de rehabilitación cognitiva y uno de los más utilizados. Se basa en la idea de que el funcionamiento cognitivo puede mejorarse estimulando el sistema cognitivo de forma general. Este tipo de estimulación se puede realizar con ejercicios de papel y lápiz o con soporte informático.
- **Entrenamiento de procesos específicos o estimulación dirigida o directa:** este método es similar a la estimulación no dirigida, pero se centra en procesos cognitivos específicos. Para utilizarlo se necesita una evaluación inicial del paciente que ofrezca una descripción de las funciones o habilidades perdidas, para diseñar programas de tratamiento que demanden al cerebro el uso de los procesos interrumpidos.
- **Entrenamiento en estrategias:** consiste en enseñar estrategias cognitivas que sean aplicables en una amplia variedad de contextos; pueden ser estrategias de ayudas internas o externas. Entre las ayudas internas se encuentran las estrategias para resolver problemas y las técnicas visuales y verbales. En las ayudas externas se incluyen el uso de objetos externos al sujeto, por ejemplo, agendas, reloj, alarmas o calendarios para facilitar el recuerdo.

Teniendo en cuenta los mecanismos y los métodos de rehabilitación que se analizaron anteriormente, la solución propuesta se basará en el mecanismo de restauración haciendo uso del método de entrenamiento de procesos específicos, en este caso la estimulación dirigida a la atención.

1.2.1. Rehabilitación cognitiva enfocada en la atención

La atención es el proceso selectivo de la información necesaria, la consolidación de los programas de acción elegibles y el mantenimiento de un control permanente sobre ellos [9]. Puede ser entendida como un sistema complejo de subprocesos específicos, a través de los cuales se facilita la dirección de la orientación, el procesamiento de la información, la toma de decisiones y la conducta [10].

Teniendo en cuenta la importancia de la atención, su repercusión en otras funciones cognitivas, la implicación en las actividades cotidianas y la persistencia de los déficits en el tiempo, la rehabilitación de la atención es un tema prioritario en el programa de rehabilitación de una persona con daño cerebral [11]. Por tanto, es importante realizar un análisis de los déficits atencionales de un paciente para determinar el orden en que pueden aplicarse los procedimientos terapéuticos de forma efectiva. Lezak plantea que “cuando los problemas de atención son importantes hay que tratarlos en primer lugar para que la rehabilitación tenga éxito” [12].

Sholberg y Mateer proponen un modelo teórico clínico para la evaluación y rehabilitación de la atención. Este modelo presenta una conceptualización jerárquica de la atención en cinco niveles [13]:

1. **Atención focalizada:** habilidad para enfocar la atención a un estímulo visual, auditivo o táctil.
2. **Atención sostenida:** capacidad para mantener una respuesta consistente durante un tiempo prolongado.
3. **Atención selectiva:** capacidad para seleccionar la información relevante que hay que procesar, inhibiendo la atención de otros estímulos presentes.
4. **Atención alternante:** capacidad para cambiar el foco de atención de una tarea a otra, pero sabiendo volver a la anterior.
5. **Atención dividida:** capacidad de atender a dos estímulos al mismo tiempo. Permite distribuir los recursos atencionales a diferentes tareas o requisitos de una misma tarea.

Cada uno de los tipos de atención descritos anteriormente se puede evaluar o rehabilitar a través de ejercicios. En las siguientes secciones se profundiza en los ejercicios para la rehabilitación de la atención.

1.3. Ejercicios utilizados para la rehabilitación cognitiva enfocada en la atención

Existen diversas pruebas que se pueden utilizar para la evaluación y rehabilitación de pacientes con afectaciones en las funciones cognitivas, específicamente la atención. Entre ellos se pueden mencionar los siguientes [11]: pruebas de rendimiento continuo, prueba de clave de números, *test* de Stroop, tareas de cancelación y matrices atencionales.

Para la rehabilitación de las funciones cognitivas, usualmente los especialistas emplean distintos cuadernos que integran algunas de las pruebas mencionadas anteriormente. Entre los cuadernos que se utilizan se encuentran los contenidos en la colección “Estimulación Cognitiva para adultos”.

posibilidad a los pacientes de realizar ejercicios que contribuyan a su tratamiento en un ámbito diferente a las consultas y que se integren familiares o amigos al proceso.

1.4. Videojuegos

Se denomina **juego** a las actividades que se realizan con fines recreativos o de diversión y que suponen el disfrute de quienes las practican [17]. Teniendo en cuenta lo anterior, un **videojuego** se suele definir como un programa informático que sirve para entretener a los usuarios. Lo que diferencia un videojuego de otra aplicación informática no son sus gráficos o el sonido, sino el conjunto de retos y reglas que estimulan la interacción con el usuario [18]. Es una prueba mental, llevada a cabo frente a una computadora, siguiendo ciertas reglas, cuyo fin es la diversión o esparcimiento, o ganar una apuesta [19]. Para el desarrollo de un videojuego se deben considerar una serie de elementos que se definen en la siguiente sección.

1.4.1. Elementos de un videojuego

El atractivo de un videojuego no es que un elemento específico esté definido, algunos elementos pueden resultar interesantes para ciertas personas, mientras que en otras puede no despertar interés. Los elementos que se incorporen al videojuego deben captar la atención del jugador de la mejor manera posible, para mejorar así el intercambio jugador - videojuego, sin necesidad de incorporar factores externos. A continuación se enuncian algunos elementos que se deben tener en cuenta para el diseño de videojuegos:

- **Satisfacción:** Agrado o complacencia del jugador ante el videojuego [20].
- **Aprendizaje:** Facilidad para comprender el sistema y mecánica del videojuego, es decir, los conceptos definidos en el *Gameplay/Game Mechanic* del juego: objetivos, reglas y formas de interactuar con el videojuego [20].
- **Eficiencia y Efectividad:** Tiempo y recursos necesarios para lograr los objetivos propuestos en el videojuego [20].
- **Inmersión:** Capacidad para creerse lo que se juega e integrarse en el mundo virtual mostrado en el juego [20].
- **Motivación:** Característica del videojuego que mueve a la persona a realizar determinadas acciones y persistir en ellas para su culminación [20].
- **Emoción:** Impulso involuntario, originado como respuesta a los estímulos del videojuego, que induce sentimientos y que desencadena conductas de reacción automática [20].
- **Socialización:** Atributos que hacen apreciar el videojuego de distinta manera al jugarlo en compañía (multijugador), ya sea de manera competitiva, colaborativa o cooperativa [20].

Estos elementos, junto a la historia, pueden crear un videojuego capaz de sumergir al jugador. La falta de alguno de estos elementos puede influir de manera negativa en la aceptación del producto, pues una mala configuración de controles o interfaz gráfica deficiente, causan que el usuario pierda interés en los elementos

del videojuego, sin tener en cuenta lo que pueda aportarle. Teniendo en cuenta los elementos anteriores, para la propuesta de solución se deben definir mecánicas de niveles con dificultad ascendente y un modelo basado en experiencia para estimular al jugador a superarse y continuar jugando.

1.4.2. Videojuegos Serios

Se conoce como videojuegos serios a los que se realizan con el propósito de educar, entrenar o informar [21]. En la actualidad, se asigna esta clasificación a un grupo de videojuegos y simuladores cuyo objetivo principal es la formación antes que el entretenimiento [22].

González [23] define los juegos serios como: “programas que comparten todas las características de los videojuegos de entretenimiento, pero incorporando al objetivo lúdico que exclusivamente tienen éstos, el de crear un impacto directo en los valores, actitudes o habilidades del usuario que modifique su experiencia externa al videojuego (...). No sólo modifican el comportamiento, las emociones, conocimientos y actitudes del jugador mientras los utiliza, sino que, también, aspiran a modificar de forma activa y controlada al usuario una vez que deja de utilizarlos.”.

Los videojuegos serios se están convirtiendo en una herramienta alternativa para el aprendizaje de conceptos, práctica de habilidades y destrezas, terapias de rehabilitación o concienciación social.

1.5. Videojuegos para la rehabilitación cognitiva

Existen videojuegos que, a pesar de no tener como objetivo principal la rehabilitación, implementan ejercicios basados en las pruebas que se realizan a los pacientes con afectaciones en las habilidades cognitivas. Se han realizado varias investigaciones desde el área de la neurociencia y la psicología para determinar si el uso de videojuegos de tipo “entrenamiento mental” ¹ contribuyen a la mejora de las habilidades cognitivas, en este sentido se han obtenido evidencias de los efectos positivos del uso de videojuegos con este fin [24].

Con la interacción de los pacientes con los videojuegos y la supervisión de un especialista, se puede manejar, desde un enfoque didáctico e interactivo, el tratamiento a los pacientes con afecciones en las funciones cognitivas. Teniendo en cuenta los tipos de pruebas que se realizan para la rehabilitación cognitiva enfocada en la atención, a continuación, se presenta un estudio de varios videojuegos que las implementan.

1.5.1. Entrena tu mente

El videojuego Entrena tu mente contiene varios minijuegos que implementan ejercicios que contribuyen a la rehabilitación de la memoria, la atención y velocidad de reacción. Los ejercicios retan al jugador, de una manera didáctica, a emplear su tiempo resolviendo las pruebas y bonificando su esfuerzo. El videojuego muestra, a través de gráficas y estadísticas, el nivel de interacción del usuario con la aplicación y los resultados que ha alcanzado en los ejercicios propuestos.

¹Este término se popularizó con la serie de videojuegos “*Brain Training* del Dr. Kawashima” desarrollada por Nintendo para Nintendo DS desde 2005 basados en el método de entrenamiento mental *brain training* creado por el Dr. Ryuta Kawashima

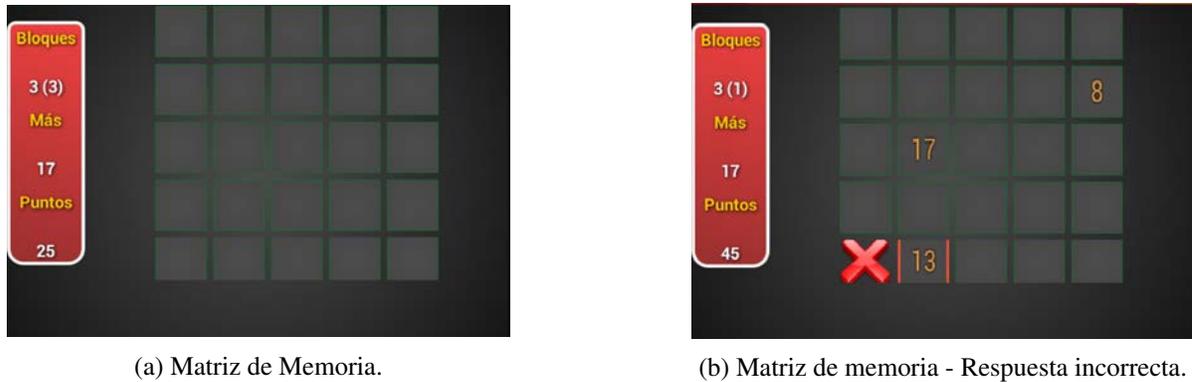


Figura 1.3. Imágenes del videojuego Entrena tu mente, ejercicio “Muestras organizadas”.

La figura 1.3 corresponde al ejercicio “Muestras organizadas”. Este consiste en una matriz que se presenta al usuario con elementos posicionados en distintos cuadrantes. El jugador debe recordar el lugar donde se encontraban los elementos y marcar su posición, en caso de error, se marca la casilla con una “X”, ver figura 1.3b.

Otro de los ejercicios que se incluye en el videojuego es “¿Figuras iguales?”. Este minijuego está basado en la sucesión de figuras aleatorias y tiene como objetivo definir si una imagen presente en pantalla es igual a una previamente mostrada, ver figura 1.4.

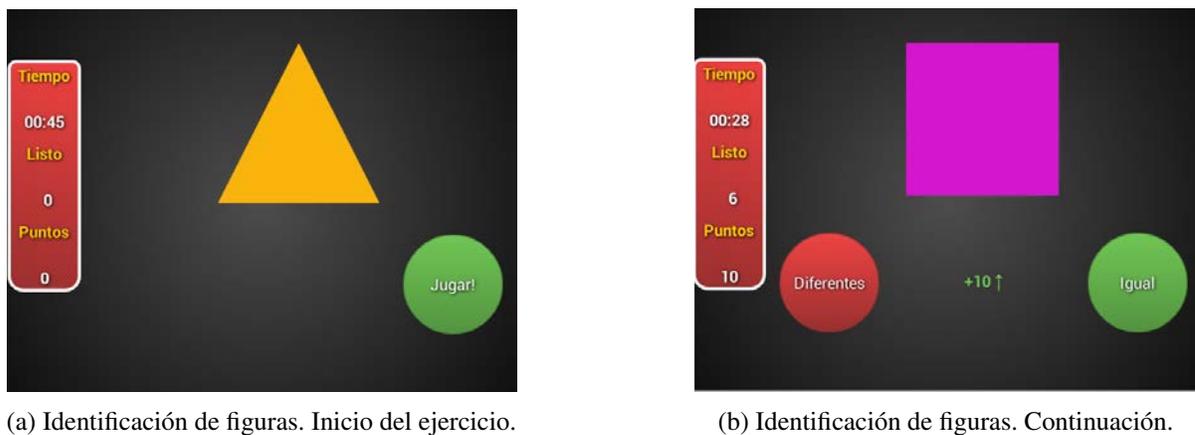


Figura 1.4. Imágenes del videojuego Entrena tu mente, ejercicio “¿Figuras iguales?”.

1.5.2. *Train my Brain (Attention)*

En este videojuego se combina una serie de elementos que permiten retar al jugador, desde un nivel de dificultad básico hasta niveles más complejos. Una de las pruebas que contiene está basada en el test de Stroop, en esta, se combina el factor tiempo con elementos didácticos e interactivos, que hacen la experiencia más dinámica y entretenida para los jugadores. La figura 1.5 presenta un ejemplo de ejercicio, donde el usuario debe seleccionar el globo que se asocia al color escrito en la pantalla.

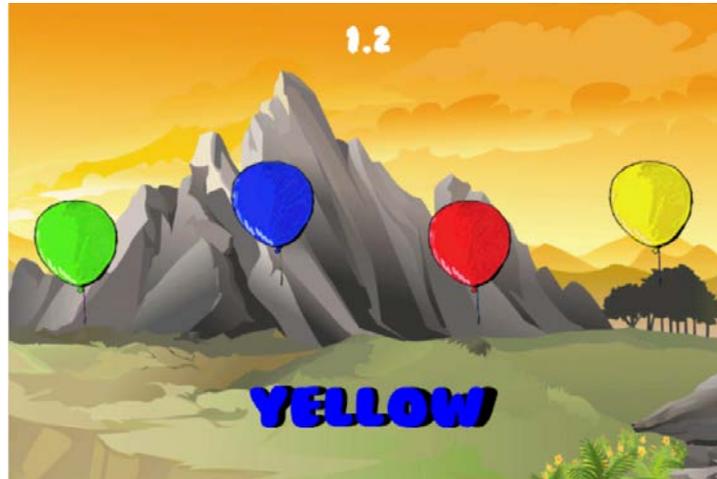


Figura 1.5. Ejercicio implementado en *Train my brain (Attention)*.

1.5.3. Neuronix. Videojuego para la rehabilitación cognitiva enfocado en la atención

En el curso 2014-2015, el estudiante Ricardo Valdés Díaz obtuvo como resultado de su trabajo de diploma el prototipo de videojuego “Neuronix”. En este prototipo se implementaron ejercicios de tipo matrices atencionales y la sección de atención del *test* de [Valoración cognitiva de Montreal \(MoCA, por sus siglas en inglés\)](#) [25].

Aunque “Neuronix” cumplió el objetivo propuesto en el momento en que se creó, presenta como principal deficiencia que los ejercicios que se implementaron no se generan de forma aleatoria y no se registra la cantidad de errores que comete el usuario en cada uno de ellos. Además, el código fuente de esta aplicación no está disponible y las tecnologías que se utilizaron para su desarrollo se encuentran obsoletas.

Por tanto, es necesario realizar una nueva aplicación donde se incorporen otras variantes de ejercicios para la rehabilitación de la atención y se implemente un registro de las acciones del usuario, por ejemplo: tiempo consumido para realizar un ejercicio, cantidad de aciertos y fallos. Esta información debe almacenarse para su posterior consulta por parte de los especialistas.

1.6. Plataforma web Medicando

Medicando es una plataforma web desarrollada en el [Centro de Entornos Interactivos 3D \(Vertex\)](#). Tiene como objetivo permitir a los médicos planificar tratamientos a los pacientes utilizando videojuegos de rehabilitación. Medicando cuenta con un módulo de graficación y de reportes, que permiten al especialista consultar los datos de los pacientes, para determinar cómo han evolucionado con el tratamiento propuesto y generar reportes a partir de esa información.

Con el fin de ofrecer y facilitar la visualización gráfica de los datos que generan los videojuegos que se integren a la plataforma, se definió que los videojuegos deben exportar en un fichero [Notación de objetos](#)

JavaScript (JSON, por sus siglas en inglés) la información de la interacción de los usuarios con los ejercicios que implementen. Esto facilitará realizar operaciones de consulta y análisis, capaces de proporcionar información útil para que los doctores realicen un seguimiento de la evolución de los pacientes [26].

El fichero JSON generado por los videojuegos, para integrarse a la plataforma Medicando, debe seguir la siguiente estructura:

Código fuente 1.1. Ejemplo de estructura para la generación del fichero .json

```
1 {
2   "lista_jugadores": [
3     {
4       "session_id": 1,
5       "nombre_jugador": "Jugador1",
6       "score": 1000,
7       "time": "10-4-2018",
8       "skills": 58,
9       "visual_field": [[3, 4], [6, 7]]
10    }
11  }
```

De esta estructura los datos llave son `session_id` y `nombre_jugador`, el resto varía de acuerdo a las variables que genere el videojuego.

1.7. Herramientas y tecnologías

Teniendo en cuenta que la creación de videojuegos serios para el área de la salud es una de las líneas de desarrollo de software de [Vertex](#) y una vez realizado el estudio de los principales elementos a tener en cuenta para el desarrollo de la solución, se asumen y adoptan las herramientas y tecnologías utilizadas en [Vertex](#) para el desarrollo de videojuegos, estas se definen a continuación.

1.7.1. Método de ingeniería de software

En [Vertex](#) el proceso de desarrollo de videojuegos está guiado por el marco de trabajo ingenieril para el proceso de desarrollo de videojuegos. Este marco de trabajo está estructurado de la siguiente forma [27]:

- Etapa 1. Conceptualización.
 - Definir el género sobre el cual se desarrollará el videojuego.
 - Describir la mecánica del videojuego.
 - Especificar las metas para la experiencia del jugador.
- Etapa 2. Diseño.
 - Describir los elementos formales que definen la estructura del videojuego.

- Describir los elementos dramáticos que definen el entretenimiento del videojuego.
- Diseñar las pantallas gráficas elementales que forman la estructura del videojuego.
- Describir los elementos dinámicos que definen las mecánicas o mecanismos del videojuego.
- Validar los mecanismos teniendo en cuenta criterios técnicos para su implementación.
- Modelar el diagrama de paquetes de mecanismos teniendo en cuenta la distribución arquitectónica.
- Describir la concepción de los mecanismos sobre la distribución arquitectónica diseñada.
- Modelar el comportamiento de los mecanismos mediante diagramas de transición de estado.
- Mantener una trazabilidad bidireccional entre cada elemento del videojuego.
- Describir las características no funcionales del videojuego.
- Etapa 3. Implementación.
 - Diseñar los componentes que encapsulan la implementación.
 - Desarrollar las mecánicas especificadas y diseñadas.
- Etapa 4. Pruebas.
 - Desarrollar pruebas Alpha.
 - Desarrollar pruebas Beta.
 - Registrar defectos durante las pruebas realizadas.
- Etapa 5. Mantenimiento.
 - Realizar análisis Postmortem.
 - Retomar la etapa de Diseño.

Para generar los artefactos ingenieriles que se proponen en el marco de trabajo se utilizará como lenguaje de modelado [Lenguaje Unificado de Modelado \(UML, por sus siglas en inglés\)](#) 2.0 y como herramienta [Ingeniería de Software Asistida por Computadora \(CASE, por sus siglas en inglés\)](#) *Visual Paradigm for UML*.

1.7.2. Motor de videojuegos

Un motor de videojuegos es un sistema diseñado para la creación de videojuegos, que contiene un conjunto de aplicaciones necesarias para facilitar su implementación. En el centro [Vertex](#) se utiliza Unity como motor de videojuegos.

Unity es un motor de videojuegos multiplataforma, que tiene soporte de compilación para diferentes plataformas, como son: Microsoft Windows, Linux, web, dispositivos móviles, televisores inteligentes, entre otros. En Unity se pueden utilizar como lenguajes de programación: JavaScript, C# o Boo; adicionalmente, incorpora Monodevelop como [Entorno de Desarrollo Integrado \(IDE, por sus siglas en inglés\)](#). Para la implementación de la propuesta de solución se utilizará la versión 5.6 de Unity, C# como lenguaje de programación y Monodevelop como [IDE](#).

1.8. Consideraciones parciales

En este capítulo se analizaron los principales elementos que se relacionan con el problema de investigación. El análisis de los conceptos y aspectos fundamentales de la rehabilitación cognitiva enfocada en la atención y los tipos de ejercicios que se utilizan para la rehabilitación de esta área, permitió sentar las bases teóricas necesarias para el desarrollo de la propuesta de solución.

Dentro de los resultados fundamentales del capítulo se considera la selección y definición de los talleres de rehabilitación a incorporar en el videojuego (Matrices atencionales, *test* de Stroop y un taller extra para medir la atención del usuario sobre un objeto y su posterior retención en memoria).

El estudio de videojuegos que implementan este tipo de ejercicios permitió definir elementos a tener en cuenta en la propuesta de solución, fundamentalmente la incorporación del factor tiempo y la necesidad que los ejercicios se generen de forma aleatoria para que no se repita el orden.

En el presente capítulo se describen los elementos que debe tener la propuesta de solución y se realiza el análisis y diseño del videojuego teniendo en cuenta las fases y artefactos definidos en el marco de trabajo ingenieril para el proceso de desarrollo de videojuegos.

2.1. Descripción de la propuesta de solución

Como solución al problema de la investigación, se propone un videojuego que pueda ser utilizado como herramienta de apoyo a pacientes de rehabilitación cognitiva enfocada en la atención. En el videojuego se implementan los ejercicios contenidos en el Taller de Atención de la colección “Estimulación Cognitiva para adultos”. Adicionalmente, se proponen otros ejercicios identificados durante la investigación. Con el videojuego se pretende ofrecer una alternativa a las sesiones de rehabilitación tradicionales, que incluya elementos de entretenimiento y permita la realización de los ejercicios desde cualquier lugar. Las siguientes secciones describen detalladamente las principales características del videojuego propuesto.

2.1.1. Gestión de perfiles

Los talleres de rehabilitación cognitiva se realizan de manera personal, en cada una de las consultas, posibilitando a los especialistas observar el comportamiento de los pacientes y su desempeño ante los desafíos que suponen los ejercicios de rehabilitación para una capacidad cognitiva en decadencia. Dado que una aplicación brinda cierta libertad a los usuarios, y no existe un especialista como mediador, es necesario registrar los datos de los usuarios, guardando las estadísticas que se miden en las consultas por taller para facilitar la posterior consulta por el personal calificado. En el caso de la solución propuesta los datos que se guarden deben recopilarse por la aplicación y mostrarse en la plataforma Medicando, por lo que deben guardarse en un fichero con formato **JSON**. La estructura que se definió para el fichero se puede observar en código fuente 2.1:

Código fuente 2.1. Estructura del fichero .json

```
1 {
2  "lista_jugadores": [
3    {"session_id": 1,
4     "nombre_jugador": "Aldo",
5     "nivel": 1,
6     "experiencia": 0,
7     "total_errores": 0,
8     "errores_matrices": 0, "errores_matrices_similares": 0, "errores_matrices_imagenes": 0, "
9       errores_matrices_columnas": 0, "errores_stroop": 0, "errores_stroop_basico": 0, "
10      errores_stroop_palabras_colores": 0, "errores_varios": 0, "errores_varios_igual_ant":
11      : 0, "errores_varios_deja_vu": 0}
12  ]
13 }
```

Dado que las áreas de rehabilitación difieren en la forma de calificarse, los ficheros generados en un videojuego enfocado en la atención pueden diferir de los ficheros generados en un videojuego enfocado en la percepción. Para evitar conflictos en el momento de sincronizar los datos, se toman como parámetros principales `session_id` y `nombre_jugador`. Atendiendo al desenvolvimiento de cada jugador frente a los ejercicios propuestos en la solución, se registrarán datos como:

- El parámetro `session_id` se inicia con el registro de un nuevo usuario, `session_id` se actualiza cada vez que el usuario activa su sesión en la aplicación, incrementando este parámetro y creando nuevos valores para el registro de los ejercicios resueltos durante la sesión creada. Esto permite registrar y mostrar al usuario el número de intentos por sesión, comenzando en cero e incrementándose con cada error cometido, separando estos en tipos de ejercicios, por ejemplo, errores en ejercicios basados matrices y errores en ejercicios de Stroop.
- Total de errores por tipo de ejercicio: Desde la primera vez que el usuario se registra en la aplicación, se lleva un seguimiento de los errores por tipo de ejercicio resuelto en cada sesión jugada.
- El mejor y peor de los resultados por tipo de ejercicio, para comprobar el avance del usuario.
- En las pruebas que no tienen límite de tiempo se guarda el total consumido por el usuario para resolver una sesión completa de un taller.
- La respuesta correcta a una prueba se recompensa con una bonificación de experiencia, factor que indica la familiaridad del usuario con la aplicación, a mayor experiencia, mejor desempeño ante los ejercicios de la aplicación.
- Las estadísticas almacenadas pueden ser consultadas por el usuario, lo que permite comprobar datos por sesión ante cada ejercicio.

2.1.2. Talleres de rehabilitación

En el videojuego propuesto se implementan ejercicios basados en matrices atencionales y en el ejercicio de Stroop, adicionalmente, se proponen otros ejercicios identificados durante la investigación. Las siguientes secciones ofrecen detalles de ambos tipos de ejercicios implementados para la solución propuesta.

Talleres basados en matrices atencionales

Los ejercicios implementados basados en matrices atencionales se realizaron respetando el comportamiento que deben seguir para la rehabilitación. Inician con un nivel de dificultad bajo, y se deben realizar un número determinado de repeticiones para completar una sesión. Las sesiones pueden ser de 6 a 18 repeticiones. Toda selección que realice el usuario mientras se enfrenta a un ejercicio quedará registrada, ya sean errores cometidos, tiempo consumido y respuestas correctas. Cada respuesta acertada por el usuario le concede una bonificación de experiencia.

Se toma como punto de partida para las sesiones, una matriz cuadrada de dimensión 3, que aumenta de acuerdo a las respuestas del usuario. La generación de objetivos sigue un algoritmo aleatorio, donde se escoge un número del 0 al 9, luego, se genera una matriz de números aleatorios donde el usuario debe identificar el objetivo y marcar todas las apariciones de este en la matriz. Se asegura la aparición del objetivo al menos una vez por ejercicio. En la Figura 2.1 se observa el resultado de la generación de dos matrices, con dimensión 3x3 y 5x5 respectivamente.

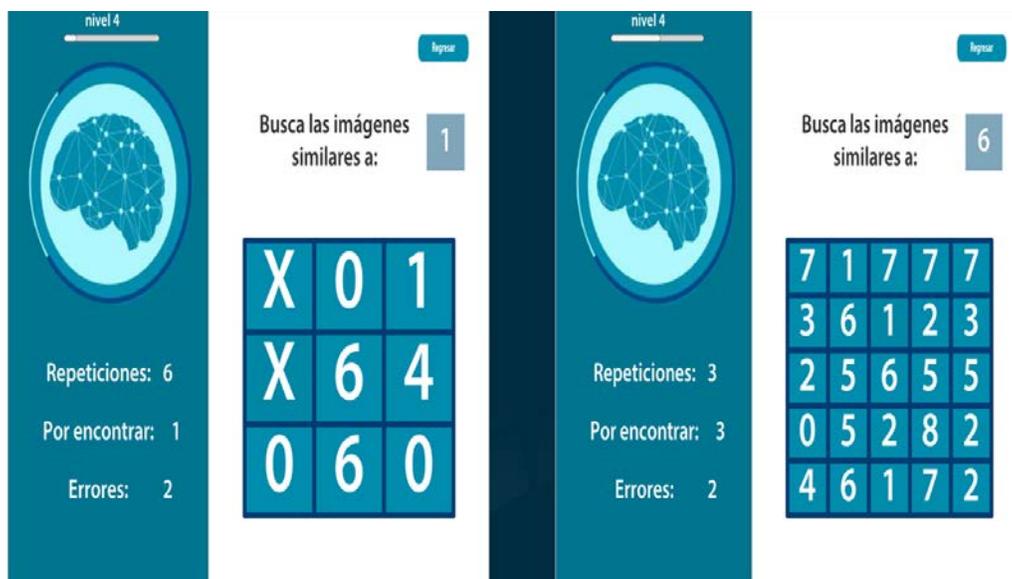


Figura 2.1. Ejercicios basados en matrices.

Taller basado en el ejercicio de Stroop

El taller basado en el ejercicio de Stroop se aplica en la rehabilitación de la atención, basado en este taller, se implementó un modo de juego que simula el funcionamiento básico de la prueba, donde se evalúa la capacidad de la persona de poder discernir entre la semántica que indica la lectura de una palabra muestra y su color, ver Figura 2.2.

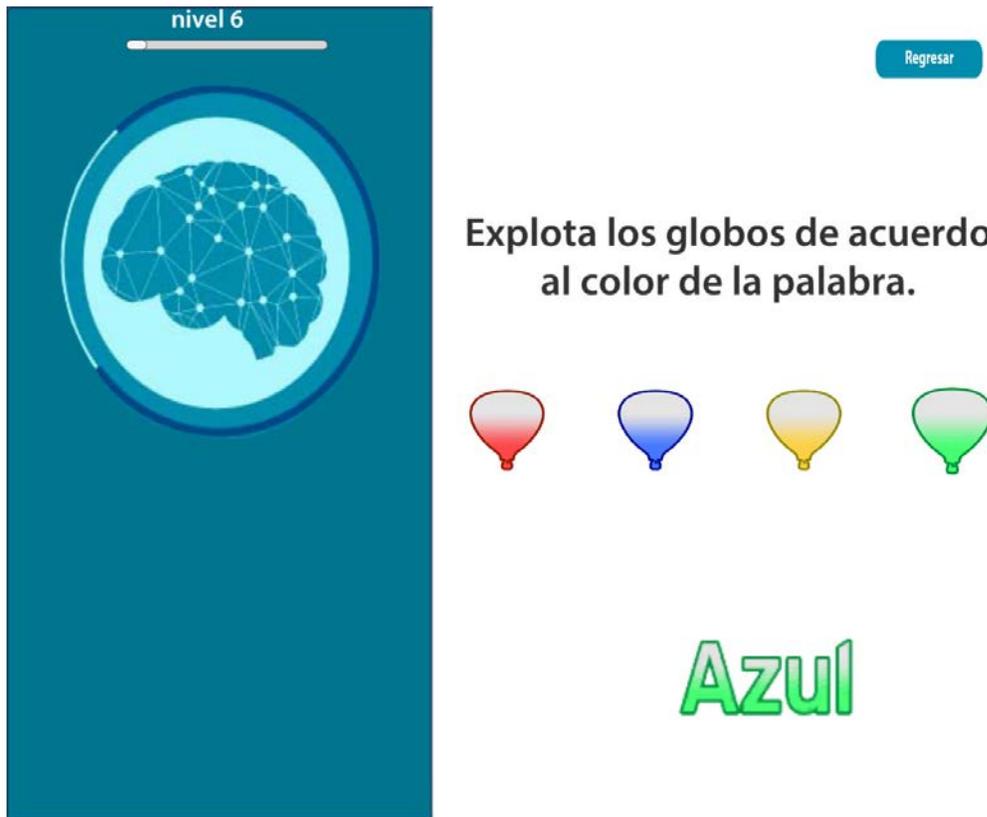


Figura 2.2. Ejercicios basados en el taller de Stroop.

En la figura 2.2 se puede apreciar una muestra de como se evalúa este tipo de ejercicio. Para mayor dificultad, el ejercicio debe completarse contrarreloj, si el cronómetro llega a 0 o se alcanza el máximo número de repeticiones el ejercicio acaba. De llegar el tiempo a 0, se considera como un fallo en este tipo de ejercicio.

Taller de rehabilitación extra

En el videojuego propuesto se incluyó un modo de minijuegos extra. Esta variante evalúa la atención que puede prestar el usuario a un objeto y su capacidad de retener la imagen del objeto en la memoria a corto plazo. La Figura 2.3 muestra el funcionamiento del modo de juego propuesto.



Figura 2.3. Modo de juego: Igual a.

En este modo de juego, ver figura 2.3, se muestra una figura inicial al usuario, al comenzar el ejercicio se cambia la inicial por otra seleccionada de forma aleatoria, el reto al usuario es definir si la figura que se encuentra actualmente en pantalla es igual a la anterior. Este proceso debe realizarse lo más rápido posible, mientras más repeticiones logre el usuario, mejor desempeño tiene ante este tipo de prueba. De este ejercicio se guardan los errores cometidos por el usuario y la mejor puntuación alcanzada.

2.2. Diseño del videojuego

En el diseño del videojuego se determinan sus elementos fundamentales, teniendo en cuenta los elementos formales y dramáticos. Los elementos formales definen la estructura del videojuego y los elementos dramáticos el nivel de inmersión que debe causar el videojuego en los jugadores [27]. En las siguientes secciones se describen las metas propuestas, desde el punto de vista del jugador, así como los elementos formales y dramáticos definidos para la propuesta de videojuego.

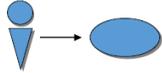
2.2.1. Metas para la experiencia del jugador

- Mejorar la capacidad de concentración de los jugadores a través de los distintos ejercicios.
- Lograr que los jugadores que no tienen deficiencia cognitiva alguna, ejerciten su atención.
- Brindar a los especialistas al frente del proceso de recuperación información coherente acerca del desenvolvimiento de los jugadores a través del tiempo. Mediante estadísticas guardadas en la aplicación que serán almacenadas cada vez que un jugador resuelva o falle un ejercicio poniendo en evidencia el estado cognitivo de estos.

2.2.2. Elementos formales

Jugadores

Tabla 2.1. Elementos formales. Jugadores.

Aspecto	Descripción
Invitación a jugar	Botón de comienzo: Comenzar
Cantidad de jugadores	Un jugador
Roles	Usuario que interactúa con el videojuego.
Patrón de interacción	Jugador vs videojuego 

Objetivo

Tabla 2.2. Elementos formales. Objetivos Generales.

Objetivo	Descripción
Realizar los ejercicios de rehabilitación cognitiva de forma correcta.	De lograr este objetivo, se evalúa el nivel de acuerdo al desenvolvimiento del jugador.
Tipo	Explícito.
Categoría	Solución

Tabla 2.3. Elementos formales. Objetivos específicos, modo de juego: Similares.

Objetivo	Descripción
Localizar en la matriz el total de números contenidos.	Luego de localizados todos los objetivos en la matriz, se avanza a otra repetición con objetivo diferente al anterior. Aumenta la dimensión de la matriz para hacer el ejercicio más complejo.
Tipo	Explícito.
Categoría	Solución

Tabla 2.4. Elementos formales. Objetivos específicos, modo de juego: Iguales pero diferentes.

Objetivo	Descripción
Localizar en la matriz las imágenes que son similares a una imagen objetivo.	Luego de localizados todos los objetivos en la matriz, se avanza a otra repetición con objetivo diferente al anterior. Aumenta la dimensión de la matriz para hacer el ejercicio más complejo. Este ejercicio cuenta con límite de tiempo como complejidad agregada, se penaliza cada elección incorrecta del usuario con un descuento de 5 segundos.
Tipo	Explícito.
Categoría	Solución

Ver Anexo A.1 para consultar el resto de los objetivos específicos.

Procedimientos

- **Hacer click:** El jugador al hacer **click** sobre los elementos del juego puede comenzar a jugar, salir o desactivar el audio.
- **Progresión:** El jugador avanzará a través de los distintos niveles de dificultad a medida que responde los ejercicios de forma correcta, factor que propicia ganar puntos de experiencia y desbloquea los niveles de dificultad superior.
- **Matrices Atencionales:** El procedimiento a seguir en los ejercicios basados en matrices queda definido de manera tal que al hacer **click** en los botones de la matriz si el botón seleccionado es similar al objetivo, el usuario recibe experiencia, y una vez encontrados todos los objetivos se procede a otra repetición del ejercicio hasta culminar la sesión.
- **Columnas:** Es una variante de las matrices atencionales donde se debe encontrar los elementos que se repiten por columnas, el procedimiento consiste en hacer **click** en elementos repetidos que aparecen en cada columna.
- **Ejercicio Stroop Básico:** Partiendo de una duración corta, media o larga, en este ejercicio se pide al jugador que explote unos globos de acuerdo al color de una palabra que se muestra en pantalla, el usuario avanza en el ejercicio haciendo **click** en los globos de acuerdo a la respuesta que considere correcta.
- **Palabras y colores:** El usuario debe hacer **click** en una de las opciones que se le brinda, de acuerdo al objetivo, debe distinguir si la palabra que se muestra es igual a su color.
- **Igual a:** En este juego se debe hacer **click** en una de las opciones “Igual” o “Diferente” para afirmar si en una sucesión de figuras o imágenes, la figura actual es igual a la anterior.

Reglas

- El jugador no puede interactuar con niveles avanzados si no ha vencido los anteriores niveles de dificultad.
- El jugador ganará experiencia de acuerdo a su interacción con los ejercicios propuestos.
- Existen niveles jugables solo con determinado nivel de jugador, aunque se garantiza la jugabilidad de los niveles de dificultad mínima en cada una de las variantes de los ejercicios.
- El juego se gana al responder todas las secciones al 100% aunque se pueden seguir jugando los distintos tipos de ejercicios.

Recursos

- Experiencia obtenida por el jugador.
- Puntuación por niveles.
- En los ejercicios basados en matrices se cuenta con límite de tiempo y errores. El tiempo disponible varía de acuerdo al nivel de dificultad del ejercicio o el nivel del jugador, el nivel del jugador también afecta la cantidad de errores permitidos por sesión.

Conflictos

- El tiempo puede parecer poco en ciertos ejercicios, pero esto se contrasta con menos repeticiones para completar la sesión.
- Es necesaria la repetición de ejercicios para ganar más experiencia en el videojuego.

Fronteras o límites

- Lograr la mejor puntuación en los diferentes niveles, entiéndase por mejor puntuación menos errores, y la resolución de los ejercicios en menos tiempo.

Resultados

- El juego termina al resolver todos los ejercicios de las secciones.
- La capacidad de atención que posea el usuario puede ser estimada de acuerdo a sus resultados durante sesiones.

2.2.3. Elementos dramáticos

Premisa: El videojuego surge con el objetivo de ser una herramienta de apoyo para la rehabilitación de pacientes con afectaciones en la atención. Con el videojuego se espera que los jugadores ejerciten la atención a través de los ejercicios propuestos.

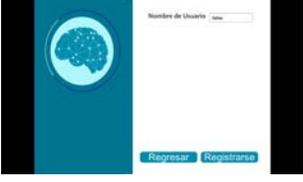
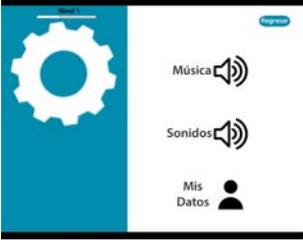
Reto:

- Responder a cada ejercicio de forma correcta.
- Aprovechar el tiempo que brindan los niveles que cuentan con este para ganar más experiencia.

2.3. Diseño de pantallas gráficas elementales

2.3.1. Descripción de las pantallas

Tabla 2.5. Descripción de las pantallas.

Imagen	Descripción
	<p>Menú Principal: En esta interfaz se muestran las funcionalidades siguientes: registrarse, configuración de las opciones del videojuego y salir de la aplicación. Se muestra además el nombre del perfil del usuario activo.</p>
	<p>Registrarse: En esta pantalla el jugador debe introducir su nombre de usuario para la creación del perfil a través del cual se realizará el seguimiento de su avance.</p>
	<p>Gestión y selección de usuarios: Se muestran los usuarios que se han registrado en la aplicación y las opciones de cargar usuario o eliminar uno existente.</p>
	<p>Configuración: En esta interfaz el usuario puede habilitar o deshabilitar la música y el sonido, así como acceder a la información de los resultados de las sesiones que ha realizado.</p>
	<p>Mis Datos: En esta interfaz se visualiza la información del resultado obtenido por el usuario en los ejercicios realizados.</p>
	<p>Selección de ejercicios: En esta interfaz el usuario puede seleccionar entre los distintos tipos de ejercicios disponibles o regresa al Menú Principal.</p>

	<p>Selección de ejercicios específicos: El usuario puede seleccionar entre las variantes de ejercicios disponibles, esta pantalla es similar para cada una de las variantes de selección.</p>
	<p>Pantalla de ejercicios basados en matrices: Se muestra al usuario los datos relacionados al modo que se encuentra en ejecución, errores, aciertos y tiempo en caso de que la prueba lo lleve.</p>
	<p>Ejercicios de reconocimiento de imágenes: En esta pantalla se muestra el tiempo consumido y la sucesión de imágenes a identificar además de los errores y aciertos del usuario actual.</p>
	<p>Ejercicio de Stroop básico: En esta pantalla se aprecian los datos relacionados al ejercicio y el tiempo restante para terminar la sesión.</p>
	<p>Ejercicio de Stroop básico: Se pueden apreciar los errores y aciertos del usuario además del tiempo disponible.</p>

2.4. Catálogos de Mecanismos

2.4.1. Especificación de los mecanismos de los videojuegos

Tabla 2.6. Especificación de los mecanismos de los videojuegos.

No.	Nombre	Descripción	Organización arquitectónica
1	Control de menú inicial	<p>Objetos: Botones (Jugar, Salir, Opciones, Jugador)</p> <p>Propiedades: Botones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jugar: Comenzar a jugar el videojuego. • Salir: Salir del videojuego • Opciones: Editar opciones como el audio y los créditos. • Jugador: Muestra el perfil del jugador que se encuentra activo. <p>Comportamiento: Es la primera pantalla que se muestra en el juego. En esta se accede a las opciones principales de la aplicación: comenzar a jugar, configurar las opciones del videojuego, salir o iniciar sesión.</p> <p>Relaciones: M1, M2, M3, M4</p>	Mecanismo Núcleo
2	Experiencia del usuario	<p>Objetos: Ejercicios, jugador, experiencia.</p> <p>Propiedades: Realizar de forma total o parcial los ejercicios propuestos.</p> <p>Ejercicios: Pueden ser respondidos bien o mal.</p> <p>Experiencia: Se obtiene al realizar una respuesta correcta en cada ejercicio.</p> <p>Comportamiento: Cuando concluye el ejercicio el jugador obtiene puntos de experiencia.</p> <p>Relaciones: M2, M3, M4</p>	Mecanismo Núcleo

3	Selección de tipos de ejercicios	<p>Objetos: Variantes de ejercicios disponibles.</p> <p>Propiedades: Ejercicios disponibles de acuerdo al nivel del jugador y el avance logrado en cada una de las secciones.</p> <p>Comportamiento: La dificultad de los ejercicios varía de acuerdo al nivel del jugador.</p> <p>Relaciones: M2, M4</p>	Mecanismo Núcleo
4	Datos del jugador	<p>Objetos: Jugador, datos del jugador.</p> <p>Propiedades: Se registran los datos del jugador en los ejercicios realizados.</p> <p>Comportamiento: Mostrar los datos del jugador actual.</p> <p>Relaciones: M2, M3, M4</p>	Mecanismo Núcleo
5	Matrices atencionales	<p>Objetos: Jugador, botones.</p> <p>Propiedades: Jugador: Cantidad de errores máximos, tiempo disponible para realizar las pruebas.</p> <p>Comportamiento: El jugador debe seleccionar la respuesta que considere correcta, en caso de cometer un error este se debe contar. Si el ejercicio es contrarreloj los errores se penalizan descontando tiempo disponible. Si la selección del usuario es acertada se otorga una bonificación de experiencia.</p> <p>Relaciones: M2, M3, M4</p>	Mecanismo Núcleo
6	Ejercicios de Stroop	<p>Objetos: Jugador, botones.</p> <p>Propiedades: Jugador: Cantidad de errores máximos, tiempo disponible para realizar las pruebas.</p> <p>Comportamiento: El jugador debe seleccionar la respuesta que considere correcta, si esta no lo es se penaliza con un error. Si la selección del usuario es acertada se otorga una bonificación de experiencia y tiempo para continuar con el ejercicio.</p> <p>Relaciones: M2, M3, M4</p>	Mecanismo Núcleo

7	Ejercicios varios	<p>Objetos: Jugador, botones.</p> <p>Propiedades: Jugador: Cantidad de errores máximos, tiempo consumido para realizar las pruebas.</p> <p>Comportamiento: El jugador debe seleccionar la respuesta que considere correcta, si esta no lo es se penaliza con un error. Si la selección del usuario es acertada se otorga una bonificación de experiencia.</p> <p>Relaciones: M2, M3, M4</p>	Mecanismo Núcleo
---	-------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------

2.5. Paquetes de mecanismos

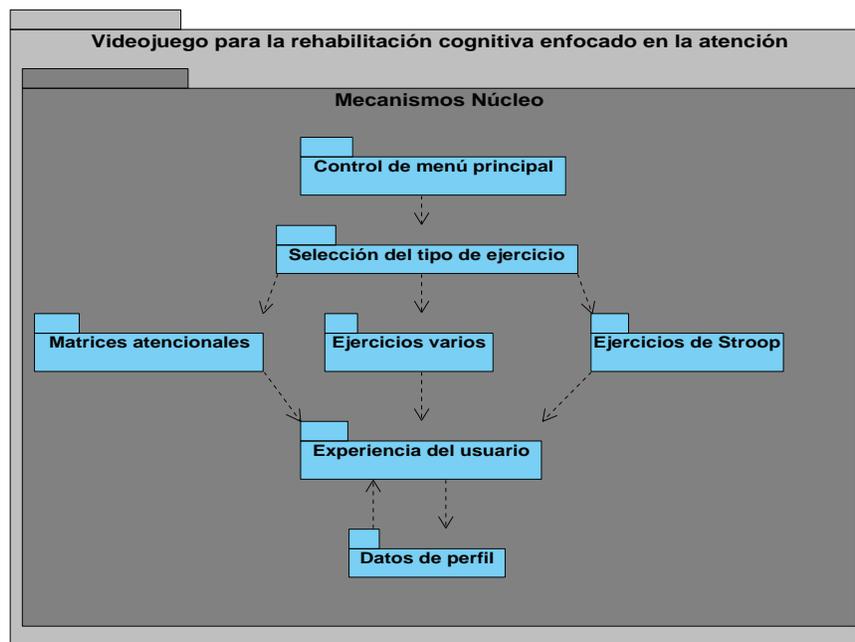


Figura 2.4. Diagrama de paquetes de los mecanismos.

2.5.1. Descripción de paquetes de mecanismos

Mecanismos Núcleo: Son aquellos elementos que representan la esencia del videojuego. Estos brindan sentido de progresión y retan al jugador a continuar avanzando en el juego, brindándole un objetivo a vencer. Estos mecanismos permiten al jugador desplazarse por el contenido del videojuego y acceder a cada uno de los elementos que lo componen.

2.6. Diagrama de clases

A continuación, se muestra la estructura del diagrama de clases con la composición de los *scripts* para las lógicas de los ejercicios y el funcionamiento de la gestión de usuarios. La arquitectura empleada se basa en la arquitectura por capas, donde una capa núcleo GameManager, controla los datos relevantes del videojuego: navegación, creación y destrucción de objetos. Existe una segunda capa donde se procesan y actualizan los elementos definidos en el GameManager, esta capa está dividida lógicamente, cada una asignada a un modo de juego específico, debido a que los datos procesados y las reglas son distintos. Por último, existe una capa para la gestión de usuarios y el seguimiento y actualización de sus datos. En la Figura 2.5 se observa el diagrama de clases de la solución propuesta.

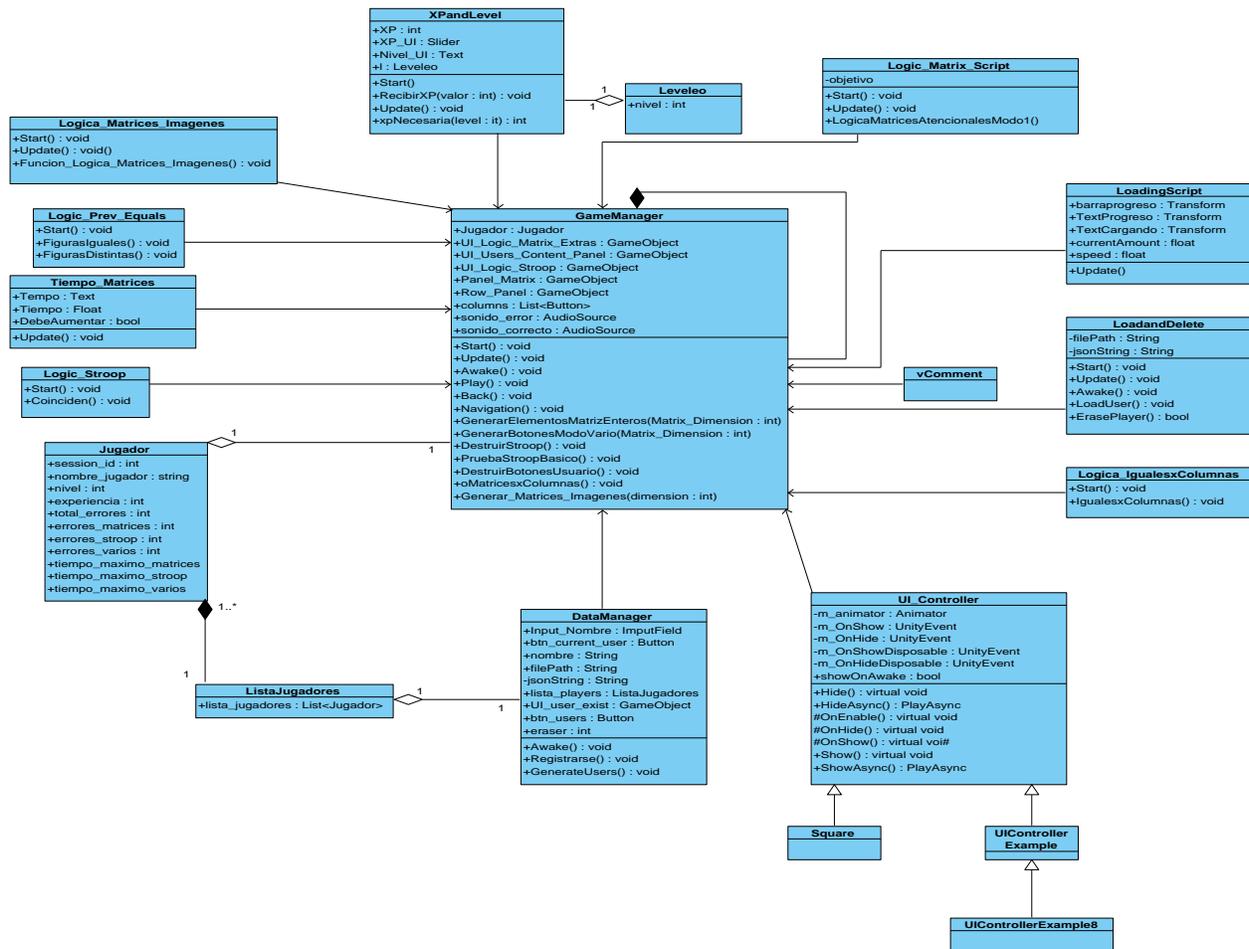


Figura 2.5. Diagrama de clases de la solución.

2.7. Patrones de diseño

Los patrones de diseño brindan una solución ya probada y documentada a problemas de desarrollo de software que están sujetos a contextos similares [28]. Teniendo en cuenta la complejidad de la solución a desarrollar y los datos que se deben procesar, para un mejor manejo de los datos en el desarrollo de la solución, se utilizó uno de los patrones **Grupo de Cuatro (GOF, por sus siglas en inglés)** comprendido dentro de los patrones **Creacionales**, que se ocupan del proceso de creación de clases y objetos. Los patrones Creacionales se encargan de “abstraer el proceso de instanciación o creación de objetos, ayudan a que el sistema sea independiente de cómo sus objetos son creados, integrados y representados” [29]. El patrón Instancia Única (Singleton) se utiliza en la clase `GameManager`, con lo que se garantiza la existencia de una instancia única de esta clase y se centralización de datos comunes a toda la aplicación.

2.8. Representación del comportamiento

2.8.1. Diagramas de estado

El menú principal marca un punto de partida para cada jugador, en la pantalla del menú principal el usuario puede registrarse y acceder a las opciones del videojuego antes de comenzar una partida. La Figura 2.6 muestra el diagrama de estado para el mecanismo Menú Principal.

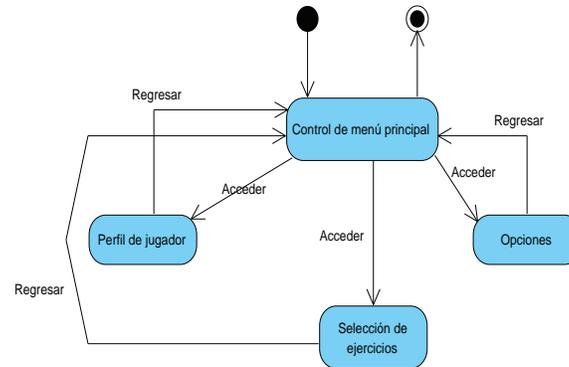


Figura 2.6. Diagrama de estado del mecanismo Menú Principal.

El mecanismo Selección de ejercicios permite a los jugadores elegir el tipo de ejercicio al que quiere enfrentarse y ver la progresión que ha alcanzado en cada una de las variantes. En la Figura 2.7 se observa el diagrama de estado correspondiente a este mecanismo.

En el Perfil del jugador se muestra toda la información referente al usuario activo y se brinda la opción de borrar dicha información. A continuación, se muestra el diagrama de estado para este mecanismo.

A continuación se muestra como responde el mecanismo experiencia ante las acciones del usuario.

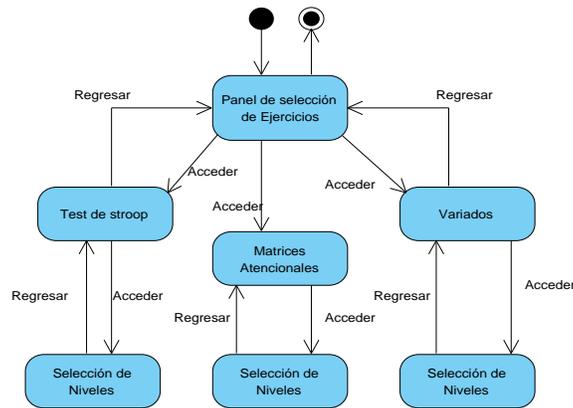


Figura 2.7. Diagrama de estado del mecanismo Selección de ejercicios.

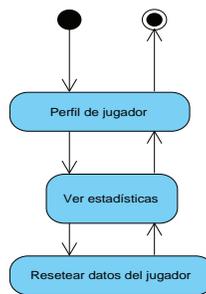


Figura 2.8. Diagrama de estado mecanismo Perfil de jugador.

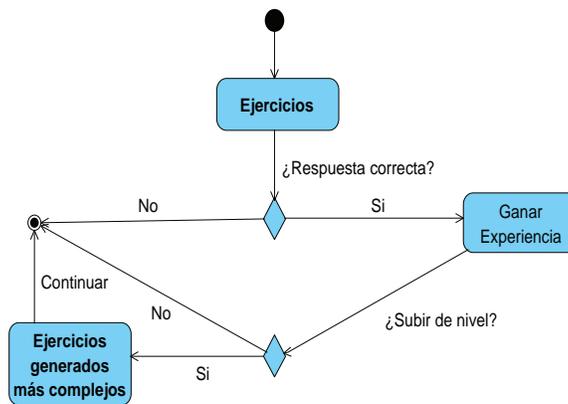


Figura 2.9. Diagrama de estado mecanismo Experiencia del usuario.

2.9. Requisitos no funcionales

- RnF 1_Usabilidad.

- RnF 1.1_El videojuego tiene como objetivo las personas con dificultades en la cognición, específicamente aquellas que tienen afectada el área de atención, pero puede ser usado también por cualquier otra persona, a pesar de encontrarse en un estado saludable.
- RnF 1.2_Debido a las personas para las que está destinado el videojuego, es necesaria una interfaz intuitiva, facilitando el acceso a cada uno de los componentes del videojuego.
- RnF 2 _Jugabilidad.
 - RnF 2.1_El jugador debe poder desplazarse a través de las pantallas de videojuegos usando el click primario y de forma táctil en el móvil.
 - RnF 2.2_El jugador debe percibir avance con cada ejercicio resuelto.
- RnF 3_Apariencia o Interfaz Externa.
 - RnF 3.1_La interfaz del videojuego es intuitiva, pues cada componente ha sido diseñado así.
 - RnF 3.2_Los colores usados en la interfaz son en su mayoría colores primarios, sin excesos de estos en la interfaz.
- RnF 4_Software.
 - RnF 4.1_La aplicación debe ser compatible con los sistemas operativos Windows 8.0 y superior y Android 4.0 y superior.
- RnF 5_Hardware.
 - RnF 5.1_Para ejecutar la aplicación de manera satisfactoria se tienen como requisitos de hardware mínimos un dispositivo con Micro Intel(R)Celeron(R) a 1.10 Ghz con 1Gb de memoria RAM.
- RnF 6_Restricciones del diseño e implementación.
 - RnF 6.1_El proceso de desarrollo de la solución se regirá por los parámetros definidos en el centro [Vertex](#) para el desarrollo de videojuegos.
 - Motor de videojuego: Unity3D.
 - IDE MonoDevelop.
 - Lenguaje de programación C#.
 - Herramienta CASE: Visual Paradigm.
 - Los ficheros de datos de los jugadores serán exportados en formato un fichero JSON.

2.10. Consideraciones parciales

En este capítulo se presentaron los elementos fundamentales del marco de trabajo ingenieril para el proceso de desarrollo de videojuegos, así como los artefactos principales que genera. Se describió además la propuesta de solución, teniendo en cuenta tanto sus funcionalidades como los requisitos no funcionales. Adicionalmente, se definió la estructura por tipos de ejercicios que sigue la aplicación y cómo responde ante

la interacción con los usuarios. Se describieron además los elementos formales a tener en cuenta para el desarrollo del videojuego y se presentó el diseño de las pantallas principales.

Implementación y pruebas

En el presente capítulo se muestra el estándar de codificación empleado y sus principales operaciones. Se realizan las pruebas de aceptación pertinentes y se muestran sus resultados. Se utiliza la técnica Iadov para representar el nivel de satisfacción de usuario.

3.1. Estándar de codificación

El motor de videojuegos Unity usa como lenguajes de programación Javascript y C#. Para desarrollar la aplicación el lenguaje empleado fue C#, para un mejor entendimiento del código fuente se definen estándares de codificación para emplear durante en el desarrollo de la solución.

Tabla 3.1. Descripción del estándar de codificación.

<p>Los nombres de las clases comenzarán con letra mayúscula. En caso de poseer un nombre compuesto se escribirán de acuerdo a la normativa <i>CamelCase-UpperCamelCase</i> [30].</p>	<pre>1 public class GameManager() {}</pre>
<p>La declaración de funciones o métodos comenzará con letra inicial mayúscula. En caso de poseer un nombre compuesto se escribirán de acuerdo a la normativa <i>CamelCase-UpperCamelCase</i></p>	<pre>1 public void PruebaStroopBasico ()</pre>

<p>El estilo indentación utilizado en la implementación es propio para lenguajes de programación que usan llaves para indentar o delimitar bloques lógicos de código y es también un punto clave para hacer el código más legible. Está presente en los ciclos y estructuras de control. El espacio establecido será un <i>Tab</i> (definido como cuatro espacios).</p>	<pre> 1 if (UI_Users.activeSelf) 2 { 3 UI_Users.SetActive(false); 4 GetComponent<DataManager>().eraser = 0; 5 for (int i = 0; i < childCount; i++) 6 { 7 Destroy(panel.GetChild(i).gameObject); 8 } 9 }</pre>
<p>Las variables se declaran con letra inicial minúscula. En caso de poseer un nombre compuesto se escribirán de acuerdo a la normativa <i>CamelCase-lowerCamelCase</i></p>	<pre> 1 int childCount</pre>

3.2. Diagrama de componentes

En la siguiente sección se muestran los diagramas de componentes correspondientes a los mecanismos núcleo fundamentales del videojuego.

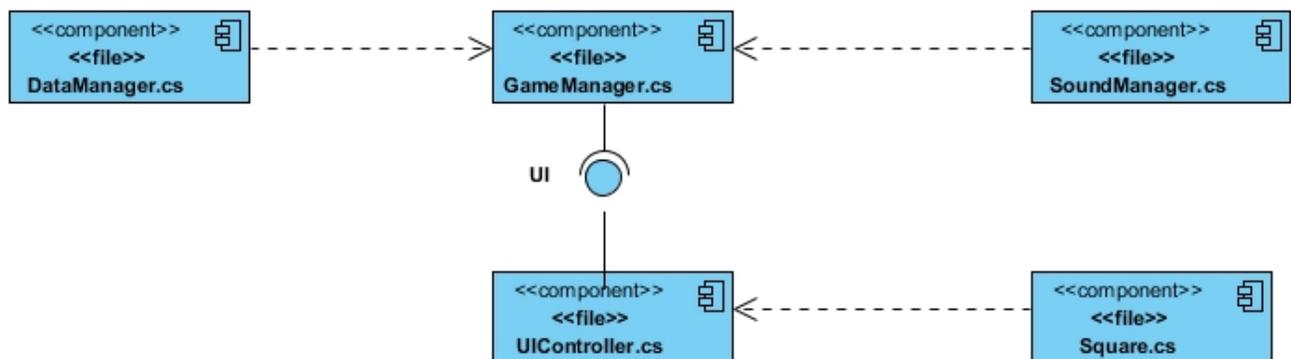


Figura 3.1. Diagrama de componentes del mecanismo Control de Menú.

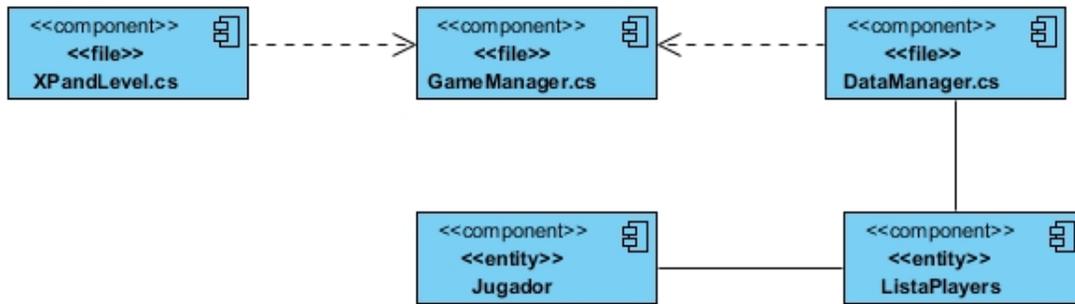


Figura 3.2. Diagrama de componentes del mecanismo Experiencia del usuario.

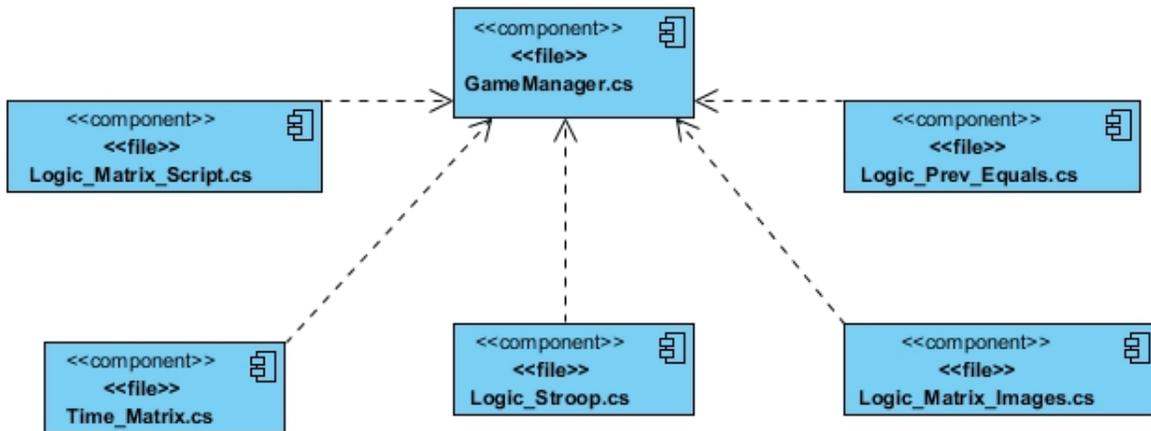


Figura 3.3. Diagrama de componentes del mecanismo Selección de ejercicios.

3.3. Pruebas de aceptación

Las pruebas del software, conocidas también como técnicas de evaluación dinámica, son un elemento crítico para la garantía de la calidad del sistema. Representan una revisión final de las especificaciones del diseño y de la implementación [31].

Prueba Alpha: La prueba Alpha es llevada a cabo frente al desarrollador por un grupo representativo de usuarios finales. El software se prueba en un entorno natural donde el desarrollador se encarga de registrar los errores y problemas de uso. Las pruebas alpha son realizadas en un ambiente controlado [31].

Prueba Beta: La prueba beta se lleva a cabo en uno o más sitios de usuario final. A diferencia de las pruebas alfa, el desarrollador no está presente. Por lo tanto, la prueba beta se realiza en un entorno que no puede ser controlado por el desarrollador. El cliente registra todos los problemas (reales o imaginarios) que se encuentran durante las pruebas beta y los informa al desarrollador periódicamente. Como resultado de los problemas reportados durante las pruebas beta, se pueden realizar modificaciones y luego se prepara para lanzar el producto de software a toda la base de clientes [31].

Para aplicar las pruebas mencionadas anteriormente se seleccionaron personas que han estado involu-

cradas en el desarrollo de la propuesta de solución y que tienen experiencia en el proceso de desarrollo de videojuegos. Estas personas fueron.

- Ing. Alina Dolores Rodriguez Peña.
- Ing. Dayron Suarez del Toro.

También estuvieron involucrados en la realización de pruebas los estudiantes:

- Grisel Ines Rodriguez Machado (Estudiante de 4to año).
- Daniel Romero Geigel (Estudiante 5to año).
- Michel Hernández Rivera(Estudiante 5to año).

Durante el proceso de prueba a la propuesta de solución se realizaron cuatro iteraciones de pruebas. En la primera iteración se detectaron 25 no conformidades (NC), después que fueron resueltas se realizó una segunda iteración donde se detectaron 13 NC, en la tercera iteración se detectaron 4 NC y en la cuarta iteración no se detectaron NC. La figura 3.4 muestra el resultado de este proceso.



Figura 3.4. Resultados de las pruebas aplicadas.

3.4. Resultados de las pruebas

Con el objetivo de evaluar el videojuego implementado se utiliza la técnica de Iadov, esta técnica evalúa el nivel de satisfacción del usuario, permitiendo conocer si la solución propuesta cumple con las expectativas esperadas [32].

La técnica de Iadov constituye una vía indirecta para el estudio de la satisfacción, ya que los criterios que se utilizan se fundamentan en las relaciones que se establecen entre tres preguntas cerradas (preguntas 1, 2 y 3) que se intercalan dentro de un cuestionario, ver figura 3.5. Estas tres preguntas se relacionan a través de lo que se denomina el “Cuadro Lógico de Iadov” [32] y el resultado permiten definir el nivel de

satisfacción del sujeto ante la solución propuesta. Para medir el grado de satisfacción se tomó una muestra de ocho especialistas que trabajan en el Policlínico Universitario “Cristóbal Labra” del municipio La Lisa.

	1.¿Sería factible realizar los talleres de rehabilitación cognitiva solo con el uso de videojuegos?								
	No			No Sé			Si		
	2.¿Incorporaría usted el prototipo de videojuego propuesto como herramienta de apoyo a la terapia de rehabilitación?								
3.¿Satisface el prototipo propuesto sus expectativas como especialista teniendo en cuenta los ejercicios tradicionales?	SÍ	No Sé	No	SÍ	No Sé	No	SÍ	No Sé	No
Me satisface mucho.	1	6	6	2	2	6	6	6	6
No me satisface.	2	3	3	2	3	3	6	3	6
Me da lo mismo.	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Me disgusta más de lo que me satisface.	6	6	6	3	4	4	3	4	4
No me satisface nada.	6	6	6	6	4	4	6	4	5
No sé qué decir.	2	3	6	3	3	3	6	3	4

Figura 3.5. Resultados de las pruebas aplicadas.

Con el índice resultante de la convergencia entre las preguntas se define la posición de cada sujeto en la escala de satisfacción:

1. Clara satisfacción.
2. Más satisfecho que insatisfecho.
3. No definida.
4. Más insatisfecho que satisfecho.
5. Clara insatisfacción.
6. Contradictoria.

Con la opinión de las personas encuestadas recogida, se procede a realizar el cálculo del **Índice de satisfacción grupal (ISG)**, asignando a cada nivel de satisfacción un índice entre -1 y 1, quedando esta distribución como se observa en la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Escala Índice de satisfacción grupal.

Índice	Escala
1	Clara satisfacción.
0.5	Más satisfecho que insatisfecho.
0	No definida.
-0.5	Más insatisfecho que satisfecho.
-1	Clara insatisfacción.

Para calcular el ISG se utiliza la siguiente fórmula: $ISG = \frac{A(+1)+B(+0,5)+C(0)+D(-0,5)+E(-1)}{N}$

Donde: A,B,C,D,E representan la cantidad de sujetos con índice individual 1,2,3 o 6,4,5 respectivamente y N el total de sujetos que respondieron las preguntas.

Con el cálculo realizado se obtiene un resultado que se clasifica según un margen definido de la siguiente forma.

- Insatisfacción: entre (-1) y (-0.5).
- Contradictorio: entre (-0.49) y (+0,49).
- Satisfacción: entre (0.5) y (1).

Luego de haber aplicado la técnica, calculando el ISG se obtiene como resultado 0.8 lo que significa una clara satisfacción con el uso del videojuego presentado.

3.5. Consideraciones parciales

En este capítulo se definió el estándar de codificación que se utilizó durante el desarrollo del videojuego. Se presentan además los diagramas de componente de los mecanismos núcleo lo que permite un mejor entendimiento de la implementación. Se muestra el resultado obtenido con la aplicación de las pruebas de aceptación y de la técnica de Iadov, el ISG obtenido como resultado de esta última demuestra el nivel de satisfacción de los especialistas con la solución propuesta.

Conclusiones

Con el desarrollo de la presente investigación se obtuvo un videojuego que se puede utilizar como herramienta de apoyo para la rehabilitación cognitiva de pacientes enfocada en la atención. El videojuego propuesto implementa diferentes ejercicios basados en matrices atencionales, *test* de Stroop y ofrece un ejercicio adicional para medir la atención del usuario sobre un objeto y su posterior retención en memoria, dando cumplimiento al objetivo propuesto. Adicionalmente, se concluye que:

- El videojuego desarrollado permite realizar el tratamiento independientemente del lugar donde se encuentre el paciente, lo que facilita la continuidad de la rehabilitación fuera de las consultas.
- La gestión de usuarios implementada permite al especialista dar seguimiento a varios pacientes desde un mismo dispositivo. La integración con la plataforma Medicando ofrece una alternativa para monitorear la evolución de los pacientes.

Recomendaciones

Para una posterior versión del prototipo obtenido se recomienda:

- Implementar nuevos ejercicios que se utilicen para la rehabilitación cognitiva de la atención.
- Mejorar la interfaz de usuario, atendiendo a la usabilidad en el sistema operativo Android.
- Implementar un módulo de configuración, que permita a los especialistas modificar elementos de los ejercicios de forma dinámica.

CASE Ingeniería de Software Asistida por Computadora. [14](#), [32](#)

GOF Grupo de Cuatro. [30](#)

IDE Entorno de Desarrollo Integrado. [14](#), [32](#)

ISG Índice de satisfacción grupal. [38](#), [39](#)

JSON Notación de objetos JavaScript. [12](#), [13](#), [16](#)

MoCA Valoración cognitiva de Montreal. [12](#)

TIC Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. [1](#)

UML Lenguaje Unificado de Modelado. [14](#)

Vertex Centro de Entornos Interactivos 3D. [12–14](#), [32](#)

Referencias bibliográficas

- [1] DL McLellan. «Neurology or rehabilitation medicine?» En: *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry* 55.Suppl (1992), págs. 47-50 (vid. pág. 1).
- [2] Delgado Clara Isabel Santos y col. «Apps gratuitas para el entrenamiento cognitivo y la comunicación». En: *CEAPAT-IMSESO* (2015) (vid. pág. 1).
- [3] *Luminosity*. URL: <https://www.lumosity.com/> (vid. pág. 1).
- [4] *Unobrain*. URL: <http://www.unobrain.com/> (vid. pág. 1).
- [5] Jesús García Sevilla. «Introducción a la estimulación cognitiva». En: *Estimulación Cognitiva. Lima: Neuro Health, sf* (2011) (vid. pág. 1).
- [6] Solangel Hernández Tápanes. *Conceptos básicos relacionados con la rehabilitación*. URL: <http://www.sld.cu/sitios/rehabilitacion/temas.php?idv=615> (vid. pág. 4).
- [7] Y Ginarte-Arias. «Rehabilitación cognitiva. Aspectos teóricos y metodológicos». En: *Revista de Neurología* 34.9 (2002), págs. 870-876 (vid. págs. 4, 5).
- [8] Elena Muñoz Marrón y col. *Estimulación cognitiva y rehabilitación neuropsicológica*. Editorial uoc, 2011 (vid. págs. 4, 5).
- [9] Aleksandr Romanovich Lurii. *Human brain and psychological processes*. Harper & Row, 1966 (vid. pág. 6).
- [10] Marcos Ríos Lago, José Antonio Periañe Morales y José Manuel Rodríguez Sánchez. «Neuropsicología de la atención». En: *Manual de neuropsicología*. Viguera Editores. 2008, págs. 151-188 (vid. pág. 6).
- [11] Olga Bruna y col. *Rehabilitación neuropsicológica. Intervención y práctica clínica*. Elsevier, 2011 (vid. págs. 6, 8).
- [12] Muriel D Lezak. «Relationships between personality disorders, social disturbances, and physical disability following traumatic brain injury.» En: *The Journal of head trauma rehabilitation* 2.1 (1987), págs. 57-69 (vid. pág. 6).
- [13] McKay Moore Sohlberg y Catherine A Mateer. *Introduction to cognitive rehabilitation: Theory and practice*. Guilford Press, 1989 (vid. pág. 6).

- [14] *Colección Estimulación Cognitiva para Adultos*. Talleres Cognitiva. URL: <https://www.tallerescognitiva.com> (vid. pág. 7).
- [15] Andrés Sarmiento Peña. URL: <https://fiapam.org/wp-content/uploads/2013/07/muestra.pdf> (vid. pág. 7).
- [16] José Antonio López-Villalobos y col. «Utilidad del test de Stroop en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad». En: *Revista de neurología* 50.6 (2010), págs. 333-340 (vid. pág. 8).
- [17] Óliver Pérez Latorre y col. *Análisis de la significación del videojuego. Fundamentos teóricos del juego, el mundo narrativo y la enunciación interactiva como perspectivas de estudio del discurso*. Universitat Pompeu Fabra, 2010 (vid. pág. 9).
- [18] José Moncada Jiménez y Yamileth Chacón Araya. «El efecto de los videojuegos en variables sociales, psicológicas y fisiológicas en niños y adolescentes». En: *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, deporte y recreación* 21 (2012) (vid. pág. 9).
- [19] Miquel Delgado Losada. «Diseño de patrones para construir un Juego Serio de forma fácil y rápida con Unity». B.S. thesis. Universidad Politécnica de Cataluña, 2016 (vid. pág. 9).
- [20] JL González Sánchez y col. «De la Usabilidad a la Jugabilidad: Diseño de Videojuegos Centrado en el Jugador». En: *Proceedings of INTERACCION* (2008), págs. 99-109 (vid. pág. 9).
- [21] David R Michael y Sandra L Chen. *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Muska & Lipman/Premier-Trade, 2005 (vid. pág. 10).
- [22] Beatriz Marcano. «Juegos serios y entrenamiento en la sociedad digital». En: *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información* 9.3 (2008) (vid. pág. 10).
- [23] Carlos González Tardón. *Videojuegos para la transformación social. Aportaciones conceptuales y metodológicas*. Universidad de Deusto (Spain), 2014 (vid. pág. 10).
- [24] *Cognitive Training Data Response Letter*. URL: <https://www.cognitivetrainingdata.org/the-controversy-does-brain-training-work/response-letter/> (vid. pág. 10).
- [25] Ricardo Valdés Díaz. «Videojuego para la rehabilitación cognitiva enfocado en la Atención». En: 2015 (vid. pág. 12).
- [26] Juan Gabriel Valdés Díaz. «Modulos de visualización de la información paciente especialista para la plataforma de gestion de videojuegos Medicando». Tesis doct. Universidad de las Ciencias Informáticas, 2016 (vid. pág. 13).
- [27] Paez Andy Hernández, Turrueles Karina Pérez y Madrigal Omar Correa. «Marco de trabajo ingenieril para el proceso de desarrollo de videojuegos.» En: *Revista Antioqueña de las Ciencias Computacionales* 7.1 (2017) (vid. págs. 13, 20).
- [28] Nicolás Tedeschi. «¿Qué es un patrón de diseño?» En: *Retrieved marzo* (2015) (vid. pág. 30).

- [29] Carlos A Guerrero, Johanna M Suárez y Luz E Gutiérrez. *Patrones de Diseño GOF (The Gang of Four) en el contexto de Procesos de Desarrollo de Aplicaciones Orientadas a la Web*. Vol. 24. 3. SciELO Chile, 2013, págs. 103-114 (vid. pág. 30).
- [30] JE Shigley y CR Mischke. *Standard handbook of machine design*. McGraw-Hill, New York. 1996 (vid. pág. 34).
- [31] Roger S Pressman. *Software engineering: a practitioners approach*. Palgrave Macmillan, 2005 (vid. pág. 36).
- [32] Antonio Granero Gallegos y col. «Las clases de Educación Física y el deporte extraescolar entre el alumnado almeriense de primaria. Una aplicación práctica mediante la técnica de Iadov». En: *Lecturas: Educación física y deportes* 98 (2006), pág. 8 (vid. pág. 37).

Apéndice

A.1. Objetivos específicos por minijuego

Tabla A.1. Elementos formales. Objetivos específicos, modo de juego: Columnas.

Objetivo	Descripción
Localizar en la matriz los elementos que se repiten por columnas.	Luego de localizados todos los objetivos en la matriz se avanza a otra repetición con objetivos diferentes a los anteriores, este ejercicio cuenta con límite de errores de acuerdo al nivel del usuario como complejidad agregada, penalizando cada elección incorrecta del usuario con un descuento de dicho límite.
Tipo	Explícito.
Categoría	Solución

Tabla A.2. Elementos formales. Objetivos específicos, modo de juego: Ejercicio de Stroop Básico.

Objetivo	Descripción
Explotar los globos que se muestran en pantalla de acuerdo al color de la palabra objetivo.	La duración de la sesiones del minijuego puede ser corta, media o larga, cada, con cantidad de repeticiones y tiempo límite distintos para cada una, una elección incorrecta por parte del usuario no penaliza a este, solo se tiene en cuenta como un error, ya que este tipo de ejercicios cuentan con un tiempo límite relativamente corto.
Tipo	Explícito.
Categoría	Solución

Tabla A.3. Elementos formales. Objetivos específicos, modo de juego: Palabras y colores.

Objetivo	Descripción
El jugador debe indicar si una palabra objetivo es del color que enuncia la semántica.	Con un tiempo límite de 5 segundos se debe decidir si la palabra muestra es del color indicado, una palabra verde de color verde sería la respuesta correcta, dejando cualquier combinación de la palabra verde con otro color como incorrecto. Si el jugador indica una combinación donde no coincide la semántica con el color se penaliza con un descuento del tiempo y se cuenta como un error en su selección.
Tipo	Explícito.
Categoría	Solución

Tabla A.4. Elementos formales. Objetivos específicos, modo de juego: Igual a.

Objetivo	Descripción
El jugador debe indicar si una figura previamente mostrada coincide con la que se encuentra en pantalla.	Se muestra al jugador una sucesión de figuras geométricas donde este debe decidir si la que se encuentra en pantalla es igual a la figura que se mostró ante de esta.
Tipo	Explícito.
Categoría	Solución

Tabla A.5. Elementos formales. Objetivos específicos, modo de juego: Deja Vu.

Objetivo	Descripción
El jugador debe indicar si el un rostro previamente mostrado coincide con el rostro que observa actualmente en la pantalla.	El jugador debe hacer uso de su atención y memoria a corto plazo para identificar en una sucesión de rostros si el rostro que se encuentra en pantalla es igual al que se mostró antes de este.
Tipo	Explícito.
Categoría	Solución

A.2. Carta de aceptación

El prototipo de videojuego fue probado por la especialista Msc. Miriam Antúnez Alorca y algunas de las personas que se encuentran en el hogar del adulto mayor José Manuel Lazo de la Vega del municipio La Lisa, obteniendo la aprobación de la especialista en cuanto a dificultad y elementos relacionados a la rehabilitación.

Cristóbal Labra.
 Alpie La Lisa

Criterio de especialista Dra. Alexam Intierz Flores.
 Defatóloga:

El estudiante Fernando Bermudez Rodriguez,
 su propuesta Video juego para la rehabilitación
 cognitiva enfocado en la atención: título Exofate
 y juego:

Una propuesta novedosa y que puede implemen-
 tarse en las áreas de salud a los pts con dete-
 rioro cognitivo y aquellos pts que han sufrido
 accidente vascular encefálico (AVE), ya sea
 ligero o moderado su grado de deterioro




Figura A.1. Carta de aceptación.