



UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS
VERTEX, CENTRO ENTORNOS INTERACTIVOS 3D, FACULTAD 4

VIDEOJUEGO PARA LA ESTIMULACIÓN COGNITIVA DE PACIENTES ADULTOS CENTRADO EN LAS FUNCIONES EJECUTIVAS

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

Autor: Alvaro Alejandro Acosta Ruiz

Tutores: Ing. Alina Dolores Rodríguez Peña

Ing. Jorge Lázaro Sirés González

Ing. Julio César Espronceda Pérez

La Habana, 2018

Nunca consideres el estudio como una obligación sino como una oportunidad para penetrar en el bello mundo del saber.
Albert Einstein

Dedicatoria

Dedico de forma especial esta tesis a una persona que contribuyó en mi formación como ser humano, una madre más, una persona que, aunque hoy no se encuentre presente entre nosotros por ley de la vida, es y será por siempre esa estrella que alumbra mi camino en cualquier dirección que tome, mi abuela Cándida.

Agradecimientos

Al finalizar un trabajo tan arduo como el proceso de desarrollo de una tesis nos damos cuenta de que es imposible desarrollarlo sin la participación de personas e instituciones que faciliten el desenvolvimiento del mismo y que permitan que este trabajo llegue a un feliz término. Por ello, es para mí un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente con ellas, expresándoles mis agradecimientos.

Debo agradecer de manera especial a mi madre, motor impulsor de mi vida. Una mujer que simplemente me llena de orgullo. Te amo y no va haber forma de devolverte lo tanto que me has ofrecido. Si volviera a nacer, créeme que pediría a Dios que seas tú mi madre nuevamente. Gracias por existir.

A mi abuela Pucha, mujer luchadora, perseverante, a ti tengo que agradecerte todo lo que has hecho por mí y no me alcanza el tiempo. Eres una de las mujeres más importante en mi vida, me has dado y enseñado todo lo que se y sé que todavía faltan cosas que debo de aprender de ti. Tus enseñanzas las aplico a cada hora y las seguiré aplicando porque son las cosas que me caracterizan como ser humano.

A mi tía Tatiana, aunque la distancia nos separe solo debes saber que eres la mejor tía del mundo, sabes que eres para mí una madre más y que estoy orgulloso de ser tu sobrino.

A mi abuelo Carlos, para mí eres especial. Eres una de esas personas que lo daría todo por tus nietos y por eso estoy súper orgulloso. Eres mi padre y mi amigo, gracias por apoyarme y por tu amor.

A mis primas Ivonne e Ivette que, aunque el destino nos haya separado por diferentes caminos, las llevo conmigo siempre, a las dos las quiero como si fueran mis hermanas menores. Gracias su amor.

A mi querido hermano, por si no lo sabes eres mi motivación, te amo y nunca lo dudes, aunque tengamos nuestras diferencias de vez en cuando, eso son cosas de hermanos. Estoy orgulloso de ti, de tus logros, sé que serás un gran médico, solo debes de ponerle empeño y dedicación y te prometo que lo cumplirás, el camino no será fácil, pero ahí estaré yo para apoyarte y brindarte mi hombro para que lo utilices como bastón. Gracias por existir y ser mi hermano menor.

A mi padrastro Rodolfo, gracias por ser parte de mi vida, por tus enseñanzas y consejos, por los buenos momentos que hemos pasado, por aceptar a mi mamá con un bebé de unos pocos añitos y criarlo como si fuese tuyo. Gracias por aceptarme como un hijo.

A toda mi familia, a mi papá, mi hermana, mi abuela, de forma general, a todos les agradezco por el apoyo brindado, sin ustedes esto no hubiese sido posible, gracias por el apoyo brindado y la confianza depositada en mí.

A Adis, gracias por los momentos que hemos pasado juntos, han sido tiempos inolvidables y espero que duren mucho más. Gracias por el apoyo incondicional durante este tiempo, ha sido sumamente importante, has estado a mi lado en momentos difíciles, momentos de flaqueza, momentos por los que pasa todo ser cuando culmina una etapa importante en su vida. Has aprendido a comprenderme y eso te lo agradezco. Mi negra gracias por ser mi amiga y una compañera, te amo.

La vida se encuentra plagada de retos y uno de ellos es la universidad, tras verme dentro de ella, me he dado cuenta de que más que un reto es una base, no solo para mi entendimiento dentro del campo en el que me veo inmerso, sino para lo que me depara mi futuro. Por ello quiero agradecer

de forma muy especial a la UCI, mi casa, en la que me formé como dirigente estudiantil, la que contribuyó a reafirmar mi convicción de revolucionario, fiel seguidor de las ideas de Fidel, a esta institución todo mi cariño y amor.

Aquí he descubierto lo hermoso que es la vida y esa hermosura es la que podemos compartir y disfrutar con quienes amamos y queremos. Por esto mismo mediante estos agradecimientos quiero exaltar la labor de todos mis amigos, todos aquellos que han surgido desde mi primer año hasta hoy. Mis agradecimientos van primeramente a todos aquellos que conformamos la brigada 5101, para mí la mejor de toda la UCI, gracias a todos por su amistad y por ser parte de mi gran familia. A los amigos que surgieron de imprevisto pero que se quedarán para siempre, mis compañeros de la FEU, con los que pase momentos inolvidables, con los que lloré, con los que discutí porque no compartíamos las mismas ideas, los que me enseñaron a como ser una mejor persona y un mejor dirigente, a todos mil gracias por todos los bellos momentos.

A Leodan, Antonio y Pedro, con ustedes fueron cinco años conviviendo juntos tanto en el aula como en el apartamento, gracias por su amistad, y por los momentos que pasamos. A Amalia, Daylilis, Mirdolis, Solanch, Lidice, Yesenia gracias por impregnar los espacios con sus toques feministas, son las flores dentro de un manglar de LMT, a ustedes gracias por pertenecer a mi gran familia. A los LMT tengo que hacer un apartado especial para ellos, gracias por tenerme presente y estar siempre conmigo. A Sergio, mi hermanito sabes que te quiero y te agradezco todos los momentos juntos, gracias por estar ahí siempre para mí. A Pablito, Andro, Lorenzo ustedes son personas que yo nunca me hubiera imaginado encontrar, ustedes son únicos, gracias por estar ahí siempre y poder contar con su amistad.

A Danny mi otro hermano, gracias por existir, personas como tu hay pocas en la tierra. Nuestra amistad sobrevoló los límites, ya no se puede decir que es una amistad, ya eres parte de mi familia. Mi hermano, hermanos en las buenas y en las malas, gracias por tu apoyo, tu comprensión, por mostrarme con otros ojos la vida. Gracias por formar parte de mi familia y regalarme tantos buenos y bellos recuerdos que llevaré conmigo siempre. Hoy cumplo un sueño muy importante para mí quiero que esto que siento hoy tú lo materialices. Eternamente agradecido por todo tu cariño y comprensión.

A mi familia de la UCI, Julio, Suleika y Kevin, gracias por su apoyo, por acogerme como parte de la familia, por ser un niño más, gracias por el amor, el apoyo y el tiempo dedicado, a los tres los llevo en el corazón.

A todos mis profesores, que durante cinco años me apoyaron y me brindaron sus conocimientos para formarme como un buen ingeniero. A la profe Zaida, una madre más aquí en la UCI, sepa usted que la llevaré siempre presente. Al profe Andy por su ayuda, sus comentarios. Al profe Luis Guillermo, Ruben, en fin, a todos, muchas gracias por el cariño brindado.

De forma especial agradezco también a la Doctora Mirian por el tiempo dedicado a la elaboración de la tesis y por la disposición mostrada, sin su ayuda este sueño no se hubiera podido materializar. A los abuelos del Hogar del adulto mayor de la Lisa, desde aquí reciban un abrazo y un agradecimiento por el trato mostrado cuando visitamos el sitio.

A mis tutores Alina, Jorge y Julio por el apoyo mostrado sin su ayuda hoy no estaría aquí, gracias por su comprensión y por su destreza en todos los momentos y motivarme en los momentos de flaqueza. Eternamente agradecido por su apoyo incondicional.

A todos los presentes muchas gracias por acompañarme en un día tan especial.

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 _____.

Alvaro Alejandro Acosta Ruiz
Autor

Ing. Alina Dolores Rodríguez Peña
Tutor

Ing. Jorge Lázaro Sirés González
Tutor

Ing. Julio César Espronceda Pérez
Tutor

La rehabilitación de las funciones cognitivas y en específico la rehabilitación de las funciones ejecutivas en Cuba, no utiliza todos los beneficios que brindan las [Tecnologías de la Información y las Comunicaciones \(TIC\)](#). Actualmente, las áreas de salud carecen de actividades para el estímulo de pacientes con dificultades en los procesos cognitivos y al no estar estos programas de rehabilitación automatizados, los ejercicios que se efectúan no se realizan de forma lúdica. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un videojuego para el tratamiento de pacientes que presenten problemas cognitivos, en específico las funciones ejecutivas. La propuesta de solución informatiza ejercicios que son utilizados en la rehabilitación de las funciones ejecutivas. Para ejercitar el razonamiento y la lógica de los pacientes, se desarrollan ejercicios de identificación, selección, ordenamiento y planificación. La ejecución de la aplicación en entornos móviles y de escritorio posibilitará ampliar los espacios de rehabilitación más allá del ámbito médico, este proceso se podrá llevar a cabo en lugares tan comunes como la casa, el trabajo, la calle o el ómnibus.

Palabras clave: funciones ejecutivas, rehabilitación cognitiva, videojuegos, videojuegos serios.

Introducción	1
1 Fundamentación teórica	5
1.1 Rehabilitación	5
1.1.1 Rehabilitación neuropsicológica	5
1.2 Funciones Ejecutivas	7
1.2.1 Técnicas para evaluar las Funciones Ejecutivas	8
1.3 Colección “Estimulación Cognitiva para adultos”	9
1.4 Videojuegos	10
1.4.1 Videojuegos serios	11
1.4.2 Ejemplos de videojuegos serios	12
1.5 Plataforma web Medicando	15
1.6 Descripción del marco de trabajo	16
1.6.1 Método de Ingeniería de Software	16
1.6.2 Visual Paradigm	17
1.6.3 Motor de Videojuegos	17
1.6.4 Lenguaje de Programación	18
1.6.5 JSON	18
1.6.6 IDE Monodevelop	18
1.6.7 Lenguaje de Modelado	18
1.7 Conclusiones parciales	19
2 Diseño de la solución propuesta	20
2.1 Descripción de la propuesta de solución	20
2.2 Resumen del Videojuego.	25
2.3 Diseño del Videojuego.	25
2.3.1 Metas para la experiencia del jugador.	25
2.3.2 Elementos formales del videojuego.	26
2.3.3 Elementos dramáticos.	28
2.4 Diseño de las pantallas gráficas.	29

2.4.1	Descripción de las pantallas.	29
2.5	Especificación de mecanismos.	32
2.5.1	Especificación de los Mecanismos del videojuego.	32
2.6	Requisitos no funcionales.	35
2.7	Paquete de Mecanismos.	37
2.7.1	Descripción de paquetes de mecanismos.	37
2.8	Arquitectura de Software.	37
2.9	Diagrama de Clases.	38
2.10	Patrones de Diseño.	40
2.11	Representación del comportamiento.	42
2.11.1	Diagramas de Estados.	42
2.12	Conclusiones parciales.	43
3	Implementación y pruebas de la solución	44
3.1	Estándar de Codificación	44
3.2	Diagrama de componentes	45
3.3	Pruebas de Aceptación	46
3.3.1	Encuesta a usuarios	50
3.4	Conclusiones parciales.	51
	Conclusiones	52
	Recomendaciones	53
	Acrónimos	54
	Referencias bibliográficas	55
	Apéndices	59
A	Anexos	60
A.1	Modelo de encuesta Aplicada a 8 especialistas del Policlínico Universitario “Cristóbal La- bra” del municipio La Lisa	60
A.2	Pantalla de Avance de cada Jugador	61
A.3	Cuestionario de la experiencia del jugador [56], aplicado a personas de la tercera del Hogar del adulto mayor “José Manuel Lazo de la Vega” del municipio La Lisa	61

Índice de figuras

1.1	Videojuego “Gomins”	13
1.2	Videojuego “Sentido común”	13
1.3	Videojuego “Delicatessen”	14
1.4	Videojuego “Bus”	14
1.5	Videojuego “Activa tu mente”	15
2.1	Ejemplo del ejercicio de identificación.	22
2.2	Ejemplo de ejercicio de razonamiento.	23
2.3	Ejemplo de ejercicio de ordenamiento con imágenes.	23
2.4	Ejemplo de ejercicio de ordenamiento con texto.	24
2.5	Ejemplo del ejercicio de planificación.	24
2.6	Diagrama de paquetes de los mecanismos	37
2.7	Arquitectura del videojuego	38
2.8	Diagrama de clases de la solución	39
2.9	Diagrama de clases del Mecanismo “Control de menú”	39
2.10	Diagrama de clases del mecanismo “Administrar escenarios”	40
2.11	Diagrama de clases del Mecanismo “Realizar Ejercicios”	40
2.12	Diagrama de estado del mecanismo Control de menú	42
2.13	Diagrama de estado del mecanismo Comprar accesorios	42
2.14	Diagrama de estado del mecanismo Administrar escenas	43
2.15	Diagrama de estado del mecanismo Obtener monedas	43
2.16	Diagrama de estado del mecanismo Realizar Ejercicio	43
3.1	Diagrama de componente del mecanismo “Control de menú”	45
3.3	Diagrama de componentes del mecanismo “Realizar Ejercicios”	46
3.2	Diagrama de componentes del Mecanismo “Administrar escenarios”	46
3.4	Resultado de las pruebas	48
3.5	Cuadro Lógico de Iadov	49
A.1	Avance de cada Jugador	61

Índice de tablas

2.1 Descripción de las pantallas	30
2.2 Especificación de Mecanismos	33
A.1 Encuesta.	60

El ser humano cuenta con una serie de capacidades que le permiten adaptarse al entorno y responder de forma consciente a las exigencias que se puedan presentar. Dentro de las principales capacidades se encuentran las cognitivas, funcionales, motoras, emocionales y psicosociales [1]. Cada capacidad tiene un papel específico en el proceso de adaptación. Por ejemplo, gracias a las capacidades motoras se puede caminar o realizar acciones que impliquen movimiento de una forma coordinada. En el caso concreto de las capacidades cognitivas, tienen como objetivo mejorar el funcionamiento adaptativo de las personas en el seno de sus familias y en los lugares que se desempeñan a diario [1].

La Neuropsicología es una de las ciencias que contribuye decisivamente al conocimiento sobre cómo trabaja el cerebro y las alteraciones de su funcionamiento. Al existir una visión mucho más amplia del quehacer de esta ciencia y de los problemas que atiende, se han incluido, en el contexto de la Rehabilitación Neuropsicológica, un conjunto de variables de diferente naturaleza (cognitivas, afectivo-comportamentales y psicosociales). Por ello, en la actualidad se habla de Rehabilitación Cognitiva, dirigida al tratamiento de funciones cognitivas alteradas, encaminada a la modificación de conductas desadaptativas originadas por lesiones o disfunciones cerebrales [2].

Desde hace aproximadamente dos décadas, la rehabilitación de las distintas funciones cognitivas se ha convertido en un promisorio campo de desarrollo de la neuropsicología. Si bien en sus inicios se dedicó a la evaluación de las alteraciones cognitivas que ocurren como consecuencia de lesiones del sistema nervioso central, su campo de acción se ha ido ampliando y en la actualidad, la rehabilitación de esas funciones alteradas constituye una de sus direcciones fundamentales [3].

Desde el terreno de la neurociencia se han realizado numerosas investigaciones encaminadas a comprobar si el uso de videojuegos puede favorecer ciertas capacidades cognitivas del cerebro, arrojando resultados favorables tanto en niños como en adultos. Habilidades como la capacidad espacial, la memoria, los reflejos y la velocidad de reacción, el razonamiento y la resolución de problemas o el pensamiento multitarea pueden desarrollarse mediante el uso de videojuegos [4, 5, 6].

En los últimos años se ha percibido en Cuba un incremento significativo en el uso de las TIC, sin embargo, en algunas esferas de la sociedad no se tienen en cuenta los beneficios que pueden aportar. En el área de la Rehabilitación Cognitiva no se hace uso de medios lúdicos, siendo este un importante método para la mejora de la calidad de vida de los pacientes y beneficia: la reducción del tiempo de tratamiento, el aumento de la motivación y la capacidad de llevar al hogar el proceso de rehabilitación [7].

Al no estar automatizado el proceso de rehabilitación cognitiva, las sesiones de trabajo se realizan en

las instalaciones de salud mediante la entrega de cuestionarios a los pacientes y estos deben darles solución a los ejercicios propuestos. Esto causa que en muchas ocasiones las terapias se vuelvan tediosas, lentas y que los pacientes no terminen las tareas y deban retomarlas en la próxima consulta. Por ejemplo, en el Centro de Rehabilitación de San Antonio de los Baños, se utilizan los talleres que contienen los cuadernos de la colección “Estimulación Cognitiva para adultos”. Al utilizar este método tradicional, como se explicó anteriormente, las sesiones no siempre se aprovechan correctamente. Adicionalmente, los pacientes solo pueden realizar las terapias en la consulta.

La [Universidad de las Ciencias Informáticas \(UCI\)](#), única de su tipo en el país, es un centro de estudios que tiene como una de sus misiones fundamentales: producir aplicaciones y servicios informáticos que sirvan de soporte a la industria cubana del software y a la informatización del país. Para esto cuenta con una red de 14 centros que se encargan de la producción de software, entre estos se encuentra el [Centro de Entornos Interactivos 3D \(Vertex\)](#).

Entre las principales líneas de trabajo del centro [Vertex](#) se destaca el desarrollo de videojuegos. Como ejemplo de los juegos que se han desarrollado se encuentran Meteorix y DanzoTerapia, estos productos se utilizan para la rehabilitación de pacientes con dificultades visuales y físico-motoras respectivamente.

El uso de videojuegos en la rehabilitación contribuye a elevar la motivación de los pacientes a la hora de realizar los tratamientos, lo que posibilita una mayor recuperación y satisfacción del usuario [8]. Aun cuando las ventajas son evidentes, hasta el momento no se ha producido en el centro ningún videojuego que sirva de apoyo a la recuperación de pacientes con problemas neurológicos.

Teniendo en cuenta la situación problemática anterior, se plantea el siguiente **problema de investigación**: ¿cómo contribuir al tratamiento de pacientes adultos con afectaciones de las facultades cognitivas, específicamente las funciones ejecutivas? A partir del problema de investigación formulado, se define como **objeto de estudio**: videojuegos para la rehabilitación cognitiva. Para darle solución al problema antes planteado, se define como **objetivo general de la investigación**: desarrollar un videojuego que contribuya al tratamiento de pacientes adultos con afectaciones en las funciones ejecutivas. Todo lo anterior permite identificar como **campo de acción**: los videojuegos para la rehabilitación cognitiva centrado en las funciones ejecutivas.

Para dar cumplimiento al objetivo planteado se proponen las siguientes **tareas investigativas**:

1. Caracterización de los elementos que componen los conceptos y definiciones del dominio del problema: rehabilitación cognitiva, funciones cognitivas, funciones ejecutivas y videojuegos.
2. Análisis de los diferentes tipos de ejercicios utilizados para la rehabilitación de las funciones ejecutivas.
3. Identificación de las herramientas y metodologías de desarrollo de software para la realización de un videojuego con el fin de rehabilitar.
4. Desarrollo de un videojuego a partir de los ejercicios identificados en las tareas anteriores.
5. Realización de pruebas para la validación de la aplicación.

Para darle solución a los objetivos trazados en la investigación se emplearon los siguientes **Métodos Científicos**:

- **Métodos Teóricos:**

- **Histórico-lógico:** el uso de este método posibilita realizar un estudio del estado del arte acerca del desarrollo de videojuegos para la rehabilitación, analizando los antecedentes y las tendencias actuales de la rehabilitación cognitiva, los videojuegos y demás elementos tratados en la investigación y basado en estos datos, complementar las características necesarias y deseables para la solución que se propone.
- **Analítico-sintético:** la utilización de este método permite realizar un estudio de las teorías y documentos más relevantes sobre el uso e importancia de los videojuegos utilizados en la rehabilitación cognitiva, permitiendo así, extraer los elementos más importantes sobre los mismos.
- **Revisión documental:** la utilización de este método posibilita fundamentar el propósito de la investigación y permitir el desarrollo del marco teórico y/o conceptual de la misma.
- **Modelación:** el uso de este método permite la confección del videojuego para la rehabilitación cognitiva en el área de las funciones ejecutivas, al tener en cuenta los elementos teóricos y prácticos que lo caracterizan a partir del sustento teórico que aporta la rehabilitación.

- **Métodos Empíricos:**

- **Consulta de la información en todo tipo de fuente:** se emplea para la elaboración del marco teórico de la investigación.
- **Observación:** se emplea como método referencial al observar distintos videojuegos que sirvieron como objeto de análisis y comparación para establecer las características y elementos fundamentales que debía cumplir la propuesta que plantea el autor.
- **Entrevista:** este método permite establecer una comunicación con los especialistas para obtener información acerca de los procesos de rehabilitación y los usuarios escogidos para la realización de las pruebas de aceptación del videojuego.

El presente documento está compuesto por tres capítulos en los que se relacionan todo lo referente a la investigación, estructurados de la siguiente forma:

- **Capítulo 1: Fundamentación teórica.** En este capítulo se definen los elementos teóricos necesarios para el desarrollo de la investigación y los principales conceptos que se emplearán durante todo el trabajo. Se realiza un análisis de las soluciones similares y se selecciona la metodología de desarrollo de software y las herramientas y tecnologías a utilizar.
- **Capítulo 2: Diseño de la solución propuesta.** En este capítulo se describen las particularidades técnicas y los artefactos generados para el desarrollo de la solución, como son: el diseño del videojuego, la especificación de los mecanismos, la descripción de los requisitos no funcionales y la arquitectura.
- **Capítulo 3: Implementación y pruebas de la solución.** En este capítulo se realiza una representación a nivel de componente de los mecanismos del videojuego, así como los estándares de codificación

utilizados en su implementación. Finalmente se presenta el resultado de las pruebas realizadas a la aplicación para validar su correcto funcionamiento.

Fundamentación teórica

En este capítulo se definen los principales conceptos que sustentan el dominio de la investigación como son: los videojuegos, la rehabilitación neuropsicológica, la rehabilitación cognitiva, las funciones ejecutivas y los videojuegos serios. Se expone una valoración del estado del arte de la investigación realizada, referente a la rehabilitación cognitiva y las características que presentan los videojuegos serios con el fin de rehabilitar. Se describen, además, las principales tecnologías y herramientas que pueden ser utilizadas para implementar la solución que se pretende desarrollar.

1.1. Rehabilitación

La rehabilitación es un proceso de cambio por el cual una persona que está discapacitada adquiere y usa el conocimiento y las habilidades necesarias para mejorar su función psicológica y social [9]. Según lo expresa el diccionario de la [Real Academia Española \(RAE\)](#), la rehabilitación es un “conjunto de métodos que tienen por finalidad la recuperación de una actividad o función perdida o disminuida por traumatismo o enfermedad” [10].

Para los doctores, rehabilitación es sinónimo de recuperación, consideran que los síntomas del paciente serán dominados y que este será apto de volver a sus anteriores actividades, adoptando las técnicas de rehabilitación física con un tratamiento psicológico implícito [9].

Existen diferentes tipos de rehabilitación entre las que se encuentra la rehabilitación neuropsicológica, la cual se define a continuación.

1.1.1. Rehabilitación neuropsicológica

Adriana Castillo, en su artículo “Rehabilitación neuropsicológica en el siglo XXI”, plantea que “la rehabilitación neuropsicológica es una disciplina que se encarga de la recuperación de funciones cognitivas posterior al daño cerebral” [11]. Sin embargo, los autores del artículo “Rehabilitación neuropsicológica” José Luis Santos Cela y Esperanza Bausela Herreras, definen que la rehabilitación neuropsicológica hace

referencia al proceso donde las personas que han sufrido un daño cerebral “pueden recuperar sus habilidades y en el caso que esto no sea posible puedan al menos conseguir una óptima capacidad en su funcionamiento físico, mental, social y vocacional, (...) es un proceso terapéutico dirigido a incrementar o mejorar la capacidad de un sujeto para procesar y utilizar correctamente la información (nivel cognitivo), así como para potenciar su funcionamiento en la vida cotidiana (nivel conductual)” [12].

El estudio de exponentes del área de la rehabilitación como Alexander Romanovich Luria ¹ demostró que la recuperación de pacientes no solo debía producirse en el nivel físico de la persona dañada, sino también dentro de su contexto social, permitiendo que con la rehabilitación el paciente no solo llegara a caminar, hablar y realizar sus actividades cotidianas, sino que se implicara la familia y la comunidad, integrando a la persona a su ambiente social y familiar [11, 13].

Teniendo en cuenta las anteriores clasificaciones, en el marco de la investigación se define como rehabilitación neuropsicológica a aquella actividad que tiene como finalidad la recuperación o mejora de las habilidades de una persona después de haber sufrido una lesión o daño cerebral.

La rehabilitación neuropsicológica incluye diferentes tipos de intervención en los campos del cerebro, la conducta y la integración social como son: la modificación de la conducta, la intervención en la familia y readaptación vocacional o profesional y la rehabilitación cognitiva, esta última se expone en el siguiente acápite.

Rehabilitación Cognitiva

En la actualidad, la rehabilitación de las funciones cognitivas constituye uno de los campos más importantes de la Neuropsicología [14]. La rehabilitación cognitiva hace énfasis en el mejoramiento y restablecimiento de las actividades dirigidas a mejorar el rendimiento cognitivo o alguno de sus procesos y componentes, ya sea en sujetos sanos o en algunos que hayan sufrido algún tipo de daño en el sistema nervioso [15].

Jesús García expresa que la rehabilitación cognitiva es: “el conjunto estructurado de actividades terapéuticas especialmente diseñadas para re-entrenar las habilidades de aquellos individuos que han sufrido algún tipo de déficit cognitivo tras una lesión o enfermedad” [1]. Francisco Javier Moreno y Antonio Aguilera en su artículo “Rehabilitación Cognitiva en sujetos discapacitados mediante el empleo de las nuevas tecnologías” definen la rehabilitación cognitiva como “el uso de un conjunto de técnicas y procedimientos encaminadas al enriquecimiento, recuperación o compensación de las habilidades y funciones cognitivas de un sujeto cuyo nivel de funcionalidad cognitiva es limitado o deficitario” [16].

Al analizar los criterios anteriores, se define como rehabilitación cognitiva para la presente investigación a las actividades o procedimientos que se aplican a los pacientes con el objetivo de restablecer o mejorar su funcionamiento cognitivo y su calidad de vida, desde los puntos de vista físico, psicológico y social.

La rehabilitación cognitiva cuenta con varias estrategias o mecanismos de rehabilitación como son: la

¹**Alexander Romanovich Luria:** neurólogo soviético considerado uno de los pioneros de la neuropsicología actual. Entre sus numerosas obras destacan *Afasia traumática* (1947), *El funcionamiento del cerebro* (1973) y *Neuropsicología de la memoria* (1974).

restauración, la compensación y la sustitución, estas suelen ser las más utilizadas en el desarrollo de un programa de rehabilitación, las mismas pueden ligarse en un mismo programa, combinando varios mecanismos a la vez para alcanzar los objetivos que desea el terapeuta [17]:

- La restauración es la estrategia que se utiliza para estimular y mejorar las funciones cognitivas alteradas actuando directamente sobre ellas.
- La compensación es la estrategia que asume que la función alterada no puede ser restaurada; por lo que se intenta potenciar el empleo de diferentes mecanismos alternativos o habilidades preservadas.
- La sustitución es el aspecto central de la intervención que se basa en enseñar al paciente diferentes estrategias que ayuden a minimizar los problemas resultantes de las disfunciones cognitivas.

Para la solución propuesta, el mecanismo o estrategia de intervención más apropiado es **la restauración** también conocida como reentrenamiento. Esta estrategia se utiliza cuando existe pérdida parcial de un área circunscrita, con disminución de una o varias de las funciones elementales, pues se puede reorganizar o reconstituir por entrenamiento. Con esta técnica se persigue la normalización de un proceso cognitivo alterado, donde se puede utilizar diferentes métodos desde el ejercicio a lápiz y papel (método tradicional) a programas informáticos [17].

Como se ha expuesto en la investigación, la rehabilitación cognitiva hace referencia a las actividades que están encaminadas a que mejore el rendimiento de algunos de los procesos cognitivos de las personas afectadas, uno de estos procesos o componentes son las funciones ejecutivas.

1.2. Funciones Ejecutivas

En la vida diaria las funciones ejecutivas guían el desenvolvimiento de una persona en su entorno, permitiendo establecer, mantener, supervisar, corregir y alcanzar un plan de acción dirigido a una meta. Alexander Romanovich Luria a partir del estudio de los cambios cognitivos y comportamentales en pacientes con daño cerebral en áreas frontales del cerebro, fue pionero en plantear que existe una asociación entre ideas, movimientos y acciones simples que se orientan al desarrollo y resolución de conductas complejas [18].

Más adelante, Lezak retoma los postulados de Luria y plantea el término de funciones ejecutivas definiéndolas como “las capacidades necesarias para lograr una conducta eficaz, creativa y socialmente aceptada” [19]. Posteriormente, en 1989, Sohlberg y Mateer profundizan en la conceptualización de las funciones ejecutivas, definiéndolas como “aquellos procesos cognitivos de anticipación, elección de objetivos, planificación, selección de la conducta, autorregulación, autocontrol y retroalimentación” [20]. Carlos Dorado define las funciones ejecutivas como “procesos que asocian movimientos, ideas y acciones simples y las orientan a la resolución de conductas complejas” [21], según Ivan Delgado y Máximo Etchepareborda las funciones ejecutivas “permiten establecer metas, diseñar planes, seguir secuencias, seleccionar las conductas apropiadas e iniciar las actividades, así como también autorregular el comportamiento, monitorizar las

tareas, seleccionar los comportamientos, y tener flexibilidad en el trabajo cognoscitivo y la organización de la tarea propuesta en el tiempo y en el espacio” [22].

Luego de analizar los criterios de varios autores se toma lo que tienen en común y se plantea como definición de funciones ejecutivas para el marco de esta investigación: las capacidades mentales que se encargan de resolver de manera consciente y voluntaria los problemas que se les presentan a una persona.

Aunque existe diversidad de opiniones con respecto a qué son las Funciones Ejecutivas, existe un consenso acerca de qué habilidades las componen, entre ellas se encuentran [3, 14]:

- Toma de decisiones: capacidad para elegir una opción entre diferentes alternativas de manera eficiente y meditada.
- Resolución de problemas: capacidad de llegar a una conclusión lógica ante el planteamiento de una incógnita.
- Memoria de trabajo: capacidad para almacenar temporalmente y manipular la información, con el fin de realizar tareas cognitivas complejas.
- Inhibición: capacidad para controlar respuestas impulsivas o automáticas y generar respuestas medidas por la atención y el razonamiento.
- Flexibilidad cognitiva: capacidad de adaptar la conducta y el pensamiento a situaciones novedosas, cambiantes o inesperadas.
- Monitorización: capacidad para supervisar la conducta que se lleva a cabo y asegurarse de que cumple el plan de acción establecido.
- Planificación: capacidad de pensar en el futuro y anticipar mentalmente la forma correcta de ejecutar una tarea o alcanzar una meta específica.
- Iniciativa: habilidad para iniciar una tarea o actividad sin ser incitado a ello. Incluye aspectos tales como la habilidad de generar ideas, respuestas o estrategias de resolución de problemas de modo independiente.

1.2.1. Técnicas para evaluar las Funciones Ejecutivas

Para evaluar las funciones cognitivas se definen cuatro técnicas [23]:

- **Volición:** se refiere al proceso que permite determinar lo que una persona necesita o quiere y concebir algún tipo de realización futura de esa necesidad o deseo. Requiere la capacidad de formular un objetivo o formalizar una intención. La conducta volitiva tiene dos importantes precondiciones: la motivación y la conciencia psicológica y física en relación con un entorno.
- **Planificación:** implica la capacidad para identificar y organizar los pasos y elementos necesarios para llevar a cabo una intención o lograr un objetivo. Para planificar, se deben concebir cambios a partir de las circunstancias presentes, analizar alternativas y hacer elecciones; también se necesita un buen control de los impulsos y un adecuado nivel de memoria y de capacidad para sostener la atención.

- **Acción intencional:** implica plasmar una intención o plan en una actividad productiva. Requiere iniciar, mantener, cambiar y detener secuencias de conducta complejas de una manera ordenada e integrada.
- **Ejecución efectiva:** una ejecución es efectiva cuando la acción se efectúa de modo correcto en cuanto a su regulación, automonitorización, autocorrección, tiempo e intensidad.

Actualmente los médicos, para la rehabilitación de las Funciones Ejecutivas y otras funciones cognitivas emplean distintos cuadernos para la rehabilitación de los pacientes, en los cuales viene incluido algunas de las pruebas mencionadas anteriormente. Uno de los cuadernos que se utilizan es la Colección “Estimulación Cognitiva para adultos”.

1.3. Colección “Estimulación Cognitiva para adultos”

La Colección “Estimulación Cognitiva para adultos” dispone de cuadernos de actividades dirigidas a personas adultas con problemas cognitivos. Consta de 30 cuadernos de ejercicios con más de 2 000 fichas y 10 000 actividades diferentes. La colección está organizada en seis talleres de rehabilitación: Taller de Atención, Taller de Funciones Ejecutivas, Taller de Lenguaje, Taller de Memoria, Taller de Percepción y Taller de Lectoescritura y Visoconstrucción [24]. Como parte de la colección se encuentra disponible de forma gratuita, una muestra que contiene 60 fichas divididas en los seis talleres [25], el resto de los cuadernos deben adquirirse mediante su pago en la plataforma.

En el caso específico del Taller de las Funciones Ejecutivas el desarrollo de las actividades está enfocado a estimular el proceso intelectual más complejo y avanzado en el ser humano, el cual se relaciona estrechamente con las facultades cognitivas de razonamiento, control atencional y toma de decisiones. El taller cuenta con amplio repertorio de tareas de índole verbal y visual, dado que las funciones ejecutivas, más que trabajar con contenidos propios, lo que hacen es supervisar y someter a control al resto de procesos cognitivos [26].

Los ejercicios que se encuentran en el Taller de Funciones Ejecutivas son los siguientes:

- **Ordenar acciones:** se presenta una lista desordenada con los pasos para realizar una actividad. El paciente debe organizarlos en una sucesión temporal lógica. Cada paso es un pre-requisito para el siguiente, de tal modo que sólo puede alcanzarse el objetivo global si se disponen en la secuencia correcta. En los niveles iniciales se emplean ilustraciones y en los siguientes sólo textos. Subprocesos implicados: función ejecutiva secuenciación, función ejecutiva planificación, memoria operativa, comprensión lingüística.
- **Razonamiento sobre diferencias:** cada ejercicio presenta un grupo de palabras relacionadas por su significado, a excepción de una. La persona debe tachar el término que es diferente y que no guarda relación con los demás. Subprocesos implicados: función ejecutiva de clasificación semántica, memoria operativa, razonamiento lingüístico, comprensión lingüística.

El Centro de Rehabilitación ubicado en el municipio de San Antonio de los Baños, provincia de Artemisa, realiza el tratamiento de los pacientes basados en los ejercicios que contiene los talleres de la colección “Estimulación Cognitiva para adultos”.

Con la colaboración del centro [Vertex](#), se pretende automatizar los talleres del cuaderno por las ventajas del uso de videojuegos como herramientas de apoyo al tratamiento de rehabilitación.

1.4. Videojuegos

Los videojuegos recrean entornos y situaciones virtuales en los que se pueden controlar personajes o elementos del entorno para cumplir objetivos siguiendo reglas determinadas [27]. Incluyen cualquier forma de software de entretenimiento por computadora, usando cualquier plataforma electrónica y la participación de uno o varios jugadores en un entorno físico o de red [28]. Los videojuegos se pueden clasificar teniendo en cuenta varios elementos.

Entre las clasificaciones más comunes se encuentran: la clasificación por géneros o por el entorno de ejecución.

Clasificación por géneros

Los videojuegos se pueden clasificar en géneros atendiendo a factores como el sistema de juego, el tipo de interactividad con el jugador o sus objetivos. Su constante evolución ha dado lugar a una variedad creciente y cambiante de géneros. Se pueden encontrar también videojuegos que mezclan más de un género, lo que ha dado lugar a géneros mixtos. Entre los géneros más comunes se encuentran los de aventura, acción, estrategia, deportes, rol o simulación, a continuación, se presenta una breve descripción de estos [29, 30]:

- **Acción:** requieren que el jugador haga uso de sus reflejos, puntería y habilidad, a menudo en un contexto de combate o de superación de obstáculos y peligros. Dentro de este género se encuentran varios subgéneros, por ejemplo, los juegos de disparos, de lucha, de plataforma, entre otros.
- **Aventura:** son aquellos en los que se deben realizar diversas acciones a medida que se desarrolla el discurso narrativo hasta alcanzar un objetivo final. Se caracterizan por la investigación, exploración, la solución de rompecabezas, interacción con personajes del videojuego, y un enfoque en el relato en vez de desafíos basados en reflejos.
- **Deporte:** los videojuegos de deportes son aquellos que simulan deportes tradicionales, entre ellos se encuentran fútbol, baloncesto, tenis, entre otros.
- **Educativos:** normalmente están pensados para enseñar algún aspecto específico, por ejemplo, música, matemáticas, historia o ciencias, se pueden utilizar varios géneros, aunque los más comunes son los de preguntas y respuestas o los de aventura gráfica.
- **Estrategia:** en ellos se traza un escenario donde el jugador debe decidir la estrategia que seguirá para conseguir un objetivo. Se caracterizan por la necesidad de manipular a un varios personajes, objetos o datos, haciendo uso de la inteligencia y la planificación, para lograr los objetivos.

- **Rol:** los juegos de rol recrean un espacio en el que cada jugador desarrolla un personaje según un determinado rol. Cada personaje tiene una serie de características parametrizables, como: fuerza, resistencia o inteligencia, y el jugador es capaz de modificar los valores de cada una de sus características según las reglas establecidas en el juego.
- **Simulación:** este género se caracteriza por recrear situaciones o actividades del mundo real, permite al jugador tomar el control de lo que ocurre. Entre los tipos de simulación se encuentran: manejo de vehículos, construcción o los sociales.

Clasificación por el entorno de ejecución

Otra de las clasificaciones de los videojuegos es dependiendo de los tipos de dispositivos en los que se ejecutan los mismos, conocido como plataformas, a continuación, se presenta una breve descripción de estas [29, 31, 32].

- **Para escritorio:** videojuegos en los que se utilizan tecnologías de escritorio para su desarrollo y que solo pueden ser ejecutados por medio de una PC.
- **Para consola:** videojuegos que para su ejecución necesitan de un dispositivo como un X-Box u otro tipo de consola, y que pueden ser visualizados en una computadora o en un televisor.
- **Para móvil:** videojuegos diseñados para ser ejecutados en plataformas móviles dígame tablet o celulares.
- **Web o de navegador:** videojuegos desarrollados que utilizan las tecnologías web, y que solo pueden ser visualizados a través de un navegador web.

Los videojuegos proveen a los jugadores habilidades, destrezas y facilitan el aprendizaje de procesos complejos con eficacia. Estos beneficios se pueden utilizar para hacer más efectivos los procesos educativos, de entrenamiento e información. Los videojuegos que se realizan con este fin se denominan videojuegos serios [8].

1.4.1. Videojuegos serios

Según Beatriz Marcano se denomina videojuego serio a “aquellos juegos que se usan para educar, entrenar e informar, con el objetivo principal de formación antes que el entretenimiento” [8]. Michael Zyda plantea que los videojuegos serios son “una prueba mental, llevada a cabo frente a una computadora de acuerdo con reglas específicas, que usa entretenimiento para promover la capacitación gubernamental o corporativa, la educación, la salud, las políticas públicas y los objetivos de comunicación estratégica” [33].

Los videojuegos serios se utilizan en múltiples sectores, por ejemplo, en el área de la salud, la educación, la industria comercial e instituciones de desarrollos científicos. En el sector médico se han utilizado para ayudar en la psicoterapia y la superación de traumas, la recuperación de habilidades motoras o cognitivas mejorando la calidad de vida de las personas rehabilitadas [7, 8].

Según la bibliografía consultada, los videojuegos serios se pueden clasificar dependiendo a las características propias de cada uno, a continuación, se muestran ejemplos de estas clasificaciones [30, 31, 34].

Clasificación

- **Edutainment:** es una palabra inglesa, compuesta por *education* (educación) y *entertainment* (entretenimiento), es una combinación de métodos y tipos de formación que combinan la presentación de la información educativa con elementos de entretenimiento.
- **Advergaming:** palabra inglesa compuesta por *advertising* (publicidad) y *game* (juego). Esta técnica inserta publicidad en videojuegos con el objetivo de captar la atención de potenciales clientes generando la “impronta” de un producto o marca, a la vez que le ofrece una experiencia lúdica.
- **Edumarket games:** término que resulta de la unión de *education* (educación) y *marketing*, el cual combina varios aspectos como los propios del *advergaming* y del *edutainment* u otros relacionados con la prensa y la persuasión.
- **Political games:** (en español Juegos políticos), este videojuego sigue la línea de movilizar de manera desviada los mecanismos lúdicos del videojuego dentro de una situación políticamente comprometida, tienen su basamento no solo en la política sino también en los conflictos militares.
- **Games for health:** (en español juegos para la salud), diseñados como terapia psicológica, para el entrenamiento cognitivo o la rehabilitación física. Se utilizan como estrategia adicional a la terapia habitual que se utiliza para tratar algún tipo de patología.

1.4.2. Ejemplos de videojuegos serios

Existen diversos tipos de videojuegos que a pesar de que su objetivo fundamental no sea la rehabilitación de las funciones ejecutivas implementan de una manera diferente ejercicios basados en las disímiles pruebas que se realizan en los tratamientos de los pacientes con afectaciones neuropsicológicas [35, 36]. Se puede afirmar que el uso de estos en el proceso de rehabilitación logra una mayor motivación a la hora de la realización de los ejercicios de terapia [7]. A continuación, se muestran algunos ejemplos.

- **Gomins:** videojuego catalogado como el mejor juego de salud durante el II Congreso Nacional de Juegos de Salud. Se trata de una aventura espacial que proporciona diversión y, al mismo tiempo, evalúa elementos como la impulsividad, el autocontrol y el reconocimiento de emociones. Tiene como trama una aventura espacial en la que un marciano se pierde por estar distraído. Todo lo que deber hacer a lo largo del videojuego es ir avanzando por pequeñas etapas buscando al resto de sus compañeros de los que se perdió. Hay fases del juego que están orientadas a la continuidad y a que la persona que lo utilice se implique en el videojuego, y luego otras en las que se evalúan aspectos de la inteligencia emocional [37].

El videojuego implementa una serie de minijuegos que son utilizados para la rehabilitación, ejemplos de estos son *Gomins Crash* donde el usuario debe de juntar los caramelos para conseguir el máximo

número de puntos posibles, *Gomins Bubble*, *Gomins Labyrinth* donde el jugador debe de encontrar la salida del laberinto, *Gomins Treasure*, Lluvia de monedas, Descubre alAydrindiferente. Además de los minijuegos que existen, el juego tiene implementado un sistema para la atención al personaje principal, donde se le debe dar alimentos al mismo y un sistema para su cuidado.



Figura 1.1. Videojuego “Gomins”

- **Sentido común:** el objetivo del juego es deducir qué regla oculta se esconde tras una serie de palabras. La regla oculta no se conoce a priori. El juego consiste en ser capaz de deducir la regla oculta a base de ensayo y error, fijándose en el significado de las palabras, pero teniendo en cuenta la forma en que está escrita. Las palabras que “SI” cumplan la regla, se colocarán a la derecha y las que “NO”, a la izquierda. Este ejercicio pone en marcha las capacidades de abstracción y categorización, así como de acceso a la memoria semántica y utilización de la información procedente de ella. Estas habilidades son útiles en tareas de clasificación de objetos, en aquellas en las que hay que inferir reglas y en los procesos de toma de decisiones y resolución de problemas [38].



Figura 1.2. Videojuego “Sentido común”

- **Delicatessen:** consiste en comprar varios productos hasta alcanzar el importe exacto que aparece en el marcador de abajo. Se debe de pulsar todas las veces que desees sobre cualquier producto para ir sumando hasta alcanzar el importe exacto. Cuando hayas alcanzado el importe exacto, pulsa sobre el botón comprar para comprobar si la suma es correcta o no. Si la suma es correcta ganarás puntos, pero si no es correcta, perderás puntos. Si se pierde la cuenta y quieres volver a empezar, pulsa el botón vaciar tu cesta. Puedes comprar varias veces un mismo producto. Lo importante es alcanzar el importe exacto. Este videojuego permite practicar tus capacidades de cálculo mental haciendo uso de la habilidad para mantener, manipular y actualizar información en la memoria de trabajo. Estas capacidades son relevantes cuando tenemos que generar soluciones diferentes a un mismo problema

combinando diferentes elementos, así como cuando vamos a la compra y tenemos que ajustarnos a una cantidad de dinero determinada cerrada [38].



Figura 1.3. Videojuego “Delicatessen”

- **Bus:** videojuego en línea que consiste en pulsar sobre los nuevos pasajeros que se suben al bus en cada parada. Primero se debe de memorizar los pasajeros que hay en el Bus y, tras cada parada, pulsar sobre los nuevos pasajeros que se hayan subido. El bus no llegará a la siguiente parada hasta que no le hayas cobrado el billete a todos los pasajeros nuevos. Hay que tener cuidado porque algunos pasajeros pueden cambiar de asiento sin bajarse y si les cobras dos veces perderás puntos. Esta tarea entrena la habilidad para registrar cambios en la información que se presenta de un momento a otro, así como actualizarla a través de los diferentes ensayos, poniendo en marcha la memoria de trabajo. Estas habilidades pueden ser relevantes en trabajos o actividades en las que la información puede cambiar rápidamente y hay que llevar un control sobre ello [38].



Figura 1.4. Videojuego “Bus”

- **Activa tu Mente:** programa que tiene como objetivo mejorar su calidad mental. A los más jóvenes les ayudará a reforzar la agilidad cerebral y a los mayores a paliar el deterioro del sistema nervioso debido al envejecimiento y a mantener el rendimiento de su cerebro en buenas condiciones. Los juegos de inteligencia que presenta este programa, en distintos formatos y para distintos públicos, están diseñados específicamente para activar diversas zonas y habilidades del cerebro. Independientemente de que se planteen como un entrenamiento y que conformen un método para estimular la actividad cerebral, los juegos de Activa tu Mente se presentan de forma lúdica, son divertidos, ameno y motivadores [39].



Figura 1.5. Videojuego “Activa tu mente”

Consideraciones del estudio de los videojuegos

Para el desarrollo de la propuesta de solución se tuvo en cuenta de los videojuegos anteriormente mencionados la representación de la información, la apariencia gráfica, ejemplos de algunos de los ejercicios que tienen implementados como es el caso de los laberintos del videojuego “Gomins”, el sistema de bonificación que en ello se define. Como principales limitaciones de estos videojuegos son: la necesidad de estar conectados a internet, no se puede acceder a su código fuente y además en algunos de los casos el costo para poder ser utilizados.

1.5. Plataforma web Medicando

Medicando es una plataforma web desarrollada en [Vertex](#) con el objetivo de realizar el tratamiento a pacientes a través de videojuegos. Con Medicando el especialista puede consultar los datos de los pacientes y como han evolucionado con el tratamiento propuesto y generar reportes a partir de esta información.

Uno de los principales servicios que brinda la plataforma es la generación de estadísticas asociadas a los videojuegos integrados en el sistema. Para esto, se definió una estructura en formato [Notación de objetos JavaScript \(JSON, por sus siglas en inglés\)](#) que permita sincronizar los datos generados por el videojuego y salvarlos en el sistema. De esta forma se pueden realizar operaciones de consulta y análisis en la plataforma, con el objetivo de realizar un seguimiento a la evolución de los pacientes que utilicen los videojuegos terapéuticos como tratamiento de rehabilitación [40].

El estándar para la salva de los datos debe seguir la siguiente estructura:

```

1  {
2      "lista_jugadores": [
3          {
4              "session_id": "id",
5              "nombre_jugador": "Nombre",
6              "atributo1": "valor1",
7              "atributoX": "valorX",
8          }, (...)

```

```

9     ]
10  }
```

Donde:

- lista_jugadores: índice que permite cargar la lista de las sesiones.
- session_id: índice que especifica el identificador secuencial para las sesiones jugadas por cada jugador.
- atributo1: índice del primer atributo a sincronizar con las estadísticas del videojuego.
- atributoX: indica que pueden ser varios atributos por cada sesión de juego.

1.6. Descripción del marco de trabajo

Para el desarrollo de la solución se determinó como herramientas para [Ingeniería de Software Asistida por Computadora \(CASE, por sus siglas en inglés\)](#), Visual Paradigm, para guiar este proceso se utilizó el Marco de trabajo ingenieril para el proceso de desarrollo de videojuegos [41], como entorno de desarrollo se utilizó el motor de videojuegos Unity 3D y como lenguaje de programación C#, debido a que es el empleado para desarrollar videojuegos con Unity, así como el [Entorno de Desarrollo Integrado \(IDE, por sus siglas en inglés\)](#) Monodevelop, y se empleó el fichero [JSON](#) para exportar los resultados del videojuego. A continuación, se describen sus características distintivas.

1.6.1. Método de Ingeniería de Software

El desarrollo de videojuegos se manifiesta de forma diferente a un proceso de desarrollo de software común. Las actividades ingenieriles que se deben ejecutar durante este proceso generan resultados diferentes a un proyecto de software de cualquier otro dominio de aplicación [41].

El centro [Vertex](#) para el desarrollo de los videojuegos utiliza el Marco de trabajo propuesto por el MSc. Andy Hernández Paez, el mismo está compuesto por 5 etapas que complementan el proceso de desarrollo de los productos. Dichas etapas son: Conceptualización, Diseño, Implementación, Prueba y Mantenimiento. La estructura del marco se define a continuación [41]:

- 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. Prueba:
 - Desarrollar pruebas Alpha.
 - Desarrollar pruebas Beta.
 - Registrar defectos durante las pruebas realizadas.
- Etapa 5. Mantenimiento:
 - Realizar análisis Postmortem.
 - Retomar la etapa de “Diseño”.

1.6.2. Visual Paradigm

Es una herramienta que ha sido concebida para soportar el ciclo de vida completo del proceso de desarrollo del software a través de la representación de todo tipo de diagramas. Fue diseñado para una amplia gama de usuarios interesados en la construcción de sistemas de software de forma fiable a través de la utilización de un enfoque Orientado a Objetos [42]. Dicha herramienta mediante la utilización de [Lenguaje de Modelado Unificado \(UML, por sus siglas en inglés\)](#) colabora con el desarrollo de la aplicación, desde la planificación, el análisis, el diseño y la generación de artefactos necesarios en el desarrollo del videojuego.

1.6.3. Motor de Videojuegos

Un motor de videojuego es un “sistema diseñado para la creación de videojuegos que aglutina un conjunto de aplicaciones necesarias para su desarrollo” [44]. Para el desarrollo de la presente la investigación se utilizará como motor de videojuego Unity 3D en su versión 5.6. Esta herramienta ofrece una amplia gama de características y su interfaz es bastante sencilla, es multiplataforma y se utiliza en [Vertex](#) para el proceso de desarrollo de videojuegos.

En Unity, las mecánicas del juego son implementadas mediante *scripts* y compiladas usando el lenguaje de Java Scripts o C#, por lo que es de fácil asimilación. Este motor está enfocado en los bloques de construcción (*assets*) que permiten desarrollar *plugins* y módulos integrables a la interfaz de usuario de manera

flexible, lo cual potencia la reutilización, obteniéndose como consecuencia la aceleración y optimización del tiempo de desarrollo y minimizar el esfuerzo necesario para su realización ya que las soluciones creadas son fácilmente adaptables a futuros cambios, los cuales pueden ser texturas, modelos 3D, archivos de audio, prefabricados (*prefabs*), materiales, animaciones, *scripts* y cualquier contenido utilizado en la creación del videojuego [43, 45, 46].

1.6.4. Lenguaje de Programación

C# es uno de los lenguajes de programación que emplea Unity 3D para compilar los scripts, es orientado a objetos, lo cual facilita el trabajo ya que en esta herramienta todo componente o elemento del juego es un objeto o clase. Al empezar a programar, se pueden definir una o más clases dentro de un mismo espacio de nombres. Presenta un rango más amplio y definido de tipos de datos que otros lenguajes. Soporta todas las características propias del paradigma de programación orientada a objetos: encapsulación, herencia y polimorfismo [47, 48].

1.6.5. JSON

JSON es un formato ligero empleado para el intercambio de datos, mejora la representación estructural de los datos; requiere una baja codificación y procesamiento. Soporta dos tipos de estructuras: los objetos que contienen una colección de pares llave-valor y los arreglos de valores. JSON no tiene espacios de nombres, cada objeto es un conjunto de claves independientes de cualquier otro objeto. Puede representar cualquier estructura de datos permitiendo añadir nuevos campos con total facilidad, característica que lo hace ser flexible [32].

1.6.6. IDE Monodevelop

MonoDevelop es un entorno de desarrollo integrado libre y gratuito, diseñado primordialmente para C# y otros lenguajes .NET como Nemerle, Boo, Java y en su versión 2.2 Python. MonoDevelop es un entorno de desarrollo integrado para Windows, Linux y Mac OS X, es decir que es un entorno multiplataforma, incluye manejo de clases, ayuda incorporada, completamiento de código, soporte para proyectos y un depurador integrado desde la versión 2.2. El motor de videojuego Unity 3D lo incorpora como herramienta en su instalación [49].

1.6.7. Lenguaje de Modelado

Según Pressman el UML es “un lenguaje estándar para escribir diseños de software”, puede usarse para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema de software intensivo [42]. Este lenguaje está pensado para utilizarse en todos los métodos de desarrollo, etapas del ciclo de vida de un software, dominios de aplicación y medios. Es un sistema notacional destinado a los sistemas de modelado

que utilizan conceptos orientados a objetos. Es el estándar mundial que utilizan los desarrolladores, autores y proveedores de Herramientas para Ingeniería de Software Asistida por Computación [48].

1.7. Conclusiones parciales

En el desarrollo del capítulo se obtuvo una mejor dimensión acerca del problema planteado dando cumplimiento a las primeras tareas trazadas en la investigación a partir del análisis de los conceptos asociados a la solución. El uso de las herramientas y tecnologías seleccionadas a utilizar definieron las bases para el diseño e implementación del videojuego a desarrollar. El estudio de los videojuegos existentes permitió crear la base para el desarrollo del videojuego. El hecho de llevar implícitamente el factor motivación utilizando las TIC, resuelve el principal problema existente en la rehabilitación de los pacientes.

Diseño de la solución propuesta

En el siguiente capítulo se describe el prototipo de videojuego, que será la solución de la presente investigación. Se especifican los principales aspectos que define el Marco de trabajo ingenieril para el proceso de desarrollo de videojuegos el cual es utilizado en [Vertex](#), como son el diseño del videojuego y la especificación de los mecanismos del mismo, se describen los procesos ingenieriles a realizar para la construcción del videojuego, los cuales permiten identificar las necesidades del producto para ayudar al desarrollador a comprender la naturaleza del producto a construir.

2.1. Descripción de la propuesta de solución

Como solución al problema de la investigación, se desarrollará un videojuego que pueda ser utilizado en el tratamiento a pacientes que presenten problemas cognitivos en específico en las funciones ejecutivas. La idea de la propuesta de solución es crear un videojuego que sirva para informatizar los ejercicios de rehabilitación contenidos en el Taller de las funciones ejecutivas que aparecen en el Cuaderno “Estimulación Cognitiva para adultos”.

Se define una historia central donde Kody (la mascota) además de darle nombre al videojuego, constituye el personaje principal que transitará por cada uno de los escenarios, siendo el mayor beneficiado del sistema de recompensa propuesto en el videojuego.

El escenario de este será un entorno centrado en un hogar, donde el usuario podrá transitar por las distintas habitaciones (sala, cocina, cuarto, baño y una tienda en la cual se podrán comprar distintos alimentos a la mascota).

Gestión de usuarios

La implementación de un sistema de gestión de usuarios permitirá al personal médico dar un seguimiento a la evolución de cada uno de los pacientes. La utilización de variables a almacenar en el fichero [JSON](#), podrán ser utilizadas para su graficación por la plataforma Medicando, por lo que estos serán guardados en

una estructura predefinida para generar la tabla de estadísticas asociadas a los videojuegos que se registren en la plataforma. Las estadísticas generadas podrán ser revisadas desde la propia aplicación mostrándose en la pantalla de los avances (Ver Anexo A.1).

Según la Doctora Miriam Antúnez Alarcón, Defectóloga del Policlínico Universitario “Cristóbal Labra” del municipio La Lisa, las variables para dar un criterio acerca de un paciente determinado luego de la terapia son: la cantidad de veces que realizó incorrectamente los ejercicios de rehabilitación y la cantidad de puntos que obtuvo en los mismos.

Para la propuesta de solución, se guardará en el fichero **JSON** el nombre de la persona que utilice la aplicación, la cantidad de intentos fallidos de cada uno de los ejercicios que se implementarán, la cantidad de monedas que obtenga cada jugador y el identificador de las secciones, que incrementará en dependencia de la cantidad de veces que un mismo usuario interactúe con el videojuego.

A continuación, se muestra un ejemplo de como debe quedar estructurado el fichero **JSON**:

```
1 {"lista_jugadores": [  
2     {  
3         "nombre_jugador": "Alvaro",  
4         "session_id": 1,  
5         "monedas": 200,  
6         "intentos_fallidos_laberintos": 1,  
7         "intentos_fallidos_secuenciar_tareas": 1,  
8         "intentos_fallidos_secueciar_imagenes": 2,  
9         "intentos_fallidos_seleccionar_palabras": 0,  
10        "intentos_fallidos_seleccionar_objetos": 0  
11    },  
12  
13    {  
14        "nombre_jugador": "Alvaro",  
15        "session_id": 2,  
16        "monedas": 500,  
17        "intentos_fallidos_laberintos": 0,  
18        "intentos_fallidos_secuenciar_tareas": 0,  
19        "intentos_fallidos_secueciar_imagenes": 1,  
20        "intentos_fallidos_seleccionar_palabras": 0,  
21        "intentos_fallidos_seleccionar_objetos": 0  
22    }  
23 ]  
24 }
```

Ejercicios a implementar

Los ejercicios estarán divididos en grupos de identificación, razonamiento, ordenamiento y planificación por cada uno de los escenarios del juego, todos con el objetivo de ejercitar el razonamiento y la lógica de los pacientes.

Cada uno de ellos implementará una variable encargada de medir la cantidad de intentos incorrectos, lo que beneficiará que el personal médico pueda emitir una valoración del desempeño del paciente, esta variable se medirá cada vez que el jugador realice incorrectamente los ejercicios o los inicie y no quiera seguir intentándolo.

El tiempo de ejecución de cada uno se modificará en función del nivel de dificultad presentado, e incluirán un sistema de bonificación cada vez que sean realizado correctamente cada uno de los niveles, incrementándose en cinco las monedas del jugador. En el caso de los ejercicios de planificación, las monedas incrementarán en dependencia de las que el jugador pueda recoger antes de que culmine el tiempo de la prueba.

Los ejercicios a implementar, se generarán de forma aleatoria lo que aportarán variedad en la forma de realización.

Ejercicios de identificación

Los ejercicios de identificación a implementar en el videojuego, consisten en mostrar al usuario un conjunto de objetos, donde se deben identificar el o los elementos que no pertenecen al conjunto. La complejidad de los ejercicios aumentará a medida que el usuario responda correctamente, en caso contrario, podrá seleccionar la opción de reintentar nuevamente el ejercicio o de regresar a la sección anterior.

La figura 2.1 muestra un ejemplo del ejercicio.

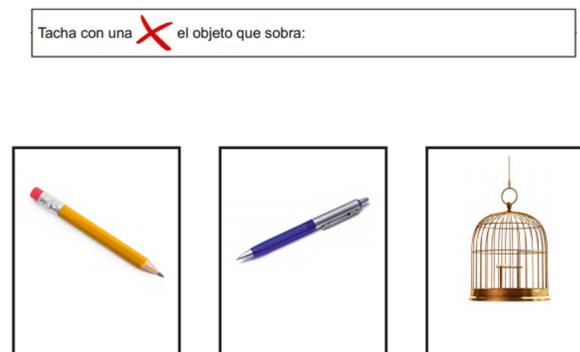


Figura 2.1. Ejemplo del ejercicio de identificación.

Ejercicios de razonamiento

El objetivo del ejercicio consiste en que dado un conjunto de palabras el jugador debe escoger cuál de ellas no guarda relación con las demás. El nivel de complejidad aumentará dependiendo de la respuesta del usuario, en caso que la respuesta sea incorrecta debe iniciar nuevamente el ejercicio desde el nivel más sencillo.

La figura 2.2 muestra un ejemplo del ejercicio.

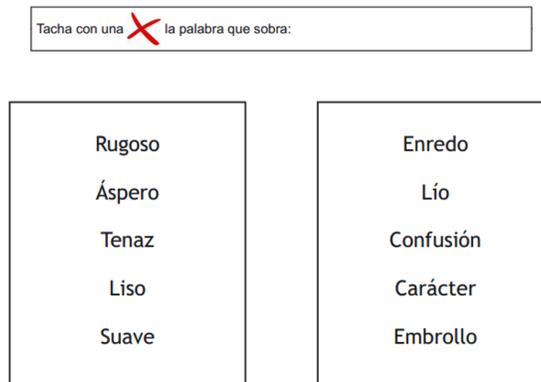


Figura 2.2. Ejemplo de ejercicio de razonamiento.

Ejercicios de ordenamiento con imágenes y textos

La idea general del ejercicio es mostrar un conjunto de acciones las cuales el usuario debe ordenar según el orden en que ocurren, el ejercicio se realiza con imágenes o con textos. Para ello el jugador deberá seleccionar correctamente el orden en cada nivel del ejercicio, en caso contrario deberá comenzar desde el nivel más sencillo.

En las siguientes figuras se puede observar un ejemplo de cada caso, la primera muestra el caso del ejercicio con imágenes 2.3 y la figura 2.4 con texto.

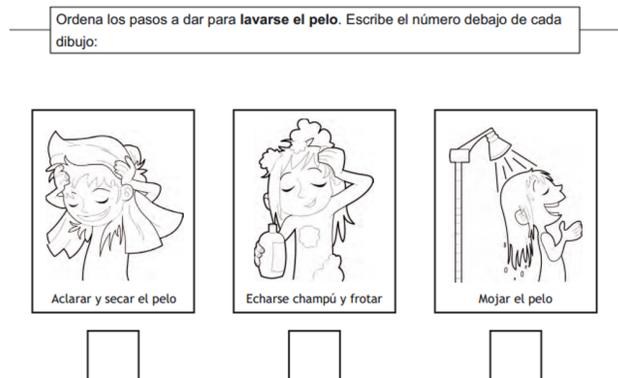


Figura 2.3. Ejemplo de ejercicio de ordenamiento con imágenes.

Ordena esta lista que está relacionada con **montar en taxi**:

- Subir al taxi.
- Dar el alto a un taxi.
- Pagar el viaje.
- Bajar del taxi.
- Decir el destino al taxista.

Figura 2.4. Ejemplo de ejercicio de ordenamiento con texto.

Ejercicios de planificación

Para mejorar la planificación de los pacientes o usuarios que utilicen el videojuego se emplearán los Laberintos de Porteus. En dichos ejercicios el usuario deberá llegar al final del laberinto antes de que culmine el tiempo establecido, además puede recoger, si el tiempo se lo permite, la mayor cantidad de bonificaciones (monedas) posibles. Los intentos incorrectos se tomarán en el caso que el jugador no llegue a la salida en el tiempo determinado para cada nivel, y deberá de iniciar el ejercicio desde el nivel más sencillo.

La siguiente imagen 2.5 muestra uno de los laberintos a implementar.

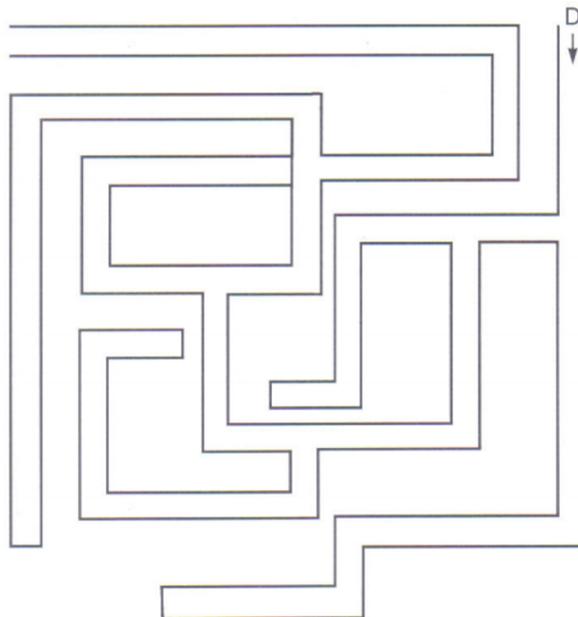


Figura 2.5. Ejemplo del ejercicio de planificación.

Clasificación de la propuesta de solución

Atendiendo a las características propias de los videojuegos, se puede afirmar que será destinado para el área de la salud (*Game for health*), de acuerdo a la lógica se puede afirmar que es de agilidad mental y dada la tecnología que se utiliza para el desarrollo del mismo y su posterior ejecución se puede calificar como un videojuego para escritorio y para dispositivos móviles. Esta última característica posibilitará ampliar los espacios de rehabilitación más allá del ámbito médico, este proceso se podrá llevar a cabo en lugares tan comunes como la casa, el trabajo, la calle o el ómnibus.

2.2. Resumen del Videojuego.

Videojuego de agilidad mental (lógica) que tiene como objetivo fundamental contribuir al tratamiento de pacientes con afectaciones en las funciones ejecutivas. El videojuego se desarrollará en el ámbito de un hogar en el cual el jugador debe atender a la mascota. El usuario podrá transitar por todos los escenarios que existen en el videojuego (sala, cocina, baño, cuarto e incluyendo una tienda de accesorios) con el objetivo de realizar los ejercicios creados en cada escenario, para que el personal de la salud pueda emitir un criterio según el resultado de los mismos.

2.3. Diseño del Videojuego.

El diseño del videojuego establece la visión y el enfoque que guiará al proyecto hasta el final del proceso. En este acápite se diseña el juego teniendo en cuenta los elementos que lo conforman:

- Formales: definen la estructura del juego.
- Dramáticos: definen el entretenimiento y el nivel de inmersión de los jugadores en el juego.

2.3.1. Metas para la experiencia del jugador.

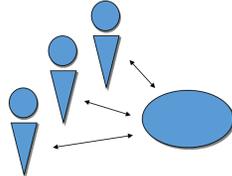
- A medida que el jugador vaya solucionando los ejercicios que aparecen por cada una de las escenas del videojuego el personal de la salud lo podrá evaluar según los resultados de los mismos.
- A medida que el jugador vaya resolviendo los ejercicios podrá desarrollar habilidades como: razonamiento, secuenciar las tareas, el pensamiento lógico, establecimiento de metas, la autorregulación, el inicio de las actividades y de las operaciones mentales.
- El jugador deberá realizar correctamente todos los ejercicios propuestos en cada sección.
- Cada vez que el jugador responda un ejercicio correctamente le sumará 5 monedas, en el caso de los ejercicios de planificación el jugador puede recoger la cantidad de monedas que le sea posible antes que culmine el tiempo.

2.3.2. Elementos formales del videojuego.

Los elementos formales describen el videojuego y definen la estructura con que contará el mismo. Para ello se plantean los siguientes elementos [50]:

- Jugador: se caracterizan los jugadores según los aspectos definidos (Invitación a jugar, número de jugadores, roles, patrón de interacción entre jugadores, relación con las metas trazadas.)
- Objetivos: definen que es lo que el jugador trata de lograr bajo un conjunto de reglas y tienen la característica de ser retadores, pero siempre se pueden realizar.
- Procedimientos: definen métodos y acciones dentro del juego que el jugador puede ejecutar para lograr los objetivos.
- Reglas: definen objetos, limitan el comportamiento dentro del juego y determinan efectos.
- Recursos: definen elementos usados por el jugador con fin de cumplir los objetivos propuesto.
- Conflictos: se genera a través de reglas, procedimientos y situaciones que no permiten cumplir los objetivos directamente.
- Frontera o Límite: definen todo lo que separa el juego de lo que no es el juego y está estrechamente relacionado con las metas del mismo.
- Resultado: define la condición de ganado o perdido (en caso de existir).

Jugador.

Aspecto	Descripción
Invitación a jugar	Botón de comienzo: “ Jugar ”
Cantidad	Solo un Jugador
Roles	Interactuar con la mascota del videojuego.
Patrón de Interacción	Múltiple Individuales vs Juego 

Objetivos.

Objetivo	Descripción
Responder correctamente los ejercicios.	Si el jugador logra realizar todos los ejercicios propuestos el personal de la salud puede realizar un diagnóstico referente al estado del jugador.
Tipo	Explícitos
Categoría	Solución

Objetivo	Descripción
Atender a la mascota.	El jugador una vez comience el juego deberá atender a la mascota, comprando en la tienda disponible en el juego diferentes tipos de alimentos y realizar los ejercicios propuestos en cada uno de los escenarios.
Tipo	Implícitos
Categoría	Solución

Objetivo	Descripción
Obtener monedas.	El jugador puede ir obteniendo monedas una vez que haya realizado correctamente cada ejercicio.
Tipo	Implícitos
Categoría	Solución

Objetivo	Descripción
Comprar alimentos.	El jugador puede con las monedas que ha obtenido comprarle a la mascota diferentes tipos de alimentos que estén disponibles.
Tipo	Implícitos
Categoría	Solución

Procedimientos.

La idea general consiste en ir realizando todos los ejercicios que han sido creados, avanzando para ello por cada una de las escenas, presionando en cada caso el botón correspondiente con el clic del ratón o en los dispositivos móviles tocando la pantalla.

Reglas.

- El jugador puede explorar todos los escenarios creados en el videojuego.
- El jugador deberá realizar correctamente todos los ejercicios.
- Los ejercicios tendrán un tiempo de ejecución para su realización.
- Si los ejercicios se realizan de forma correcta el jugador obtiene cinco monedas. En el caso de los ejercicios de planificación, el jugador puede recoger monedas antes que culmine el tiempo, las cuales le permiten comprar diferentes tipos de alimentos a la mascota dependiendo de la cantidad que haya obtenido y el precio de cada alimento.
- Los diferentes alimentos para la mascota poseen un valor igual o superior a las cinco monedas.
- El jugador no podrá avanzar hacia otro nivel, es decir no podrá realizar otro ejercicio, si no ha respondido correctamente el nivel anterior.

Recursos.

- Cantidad de monedas obtenidas.
- Cada escenario del videojuego cuenta con un tipo de ejercicio a realizar por el jugador.
- Los ejercicios están ordenados por el nivel de dificultad comenzando con el más sencillo y culminando con el más complejo.
- El progreso de cada jugador se guardará para que el personal de la salud pueda evaluarlo.

Conflictos.

- Los ejercicios propuestos tendrán un tiempo de ejecución, en el caso que se termine el tiempo el usuario puede realizar nuevamente el ejercicio o volver a la escena anterior.
- Las monedas obtenidas se agotan una vez que el jugador compre algún tipo de alimento para la mascota.

Frontera o límites.

- Haber realizado correctamente todos los ejercicios.

2.3.3. Elementos dramáticos.

Los elementos dramáticos se encargan de definir el nivel de inmersión de los jugadores en el juego, para ello se plantean los siguientes elementos dramáticos [50]:

- Premisa: se define la introducción a la historia del juego.
- Historia: se define lo que se quiere contar del videojuego y dónde se va a desenvolver el juego, describiendo el contexto teórico de motivación del videojuego al usuario.
- Retos: es lo que produce una experiencia de éxito y felicidad para ser alcanzado por el usuario.

Premisa.

El videojuego surge de la necesidad de utilizar las ventajas de las TIC en el proceso de tratamiento para la rehabilitación de pacientes con afectaciones de las funciones ejecutivas. Con el videojuego se espera contribuir al proceso en el que los jugadores alcancen un mejor funcionamiento de sus capacidades lógicas, y que sean capaces de resolver problemas que se le presenten en su vida cotidiana.

Historia

Leopoldo es un carpintero que vive junto a su perro Kody en un apartamento en la ciudad de Holguín, Cuba. Leopoldo trabaja en una carpintería ubicada en la calle Esperanza en el centro de la ciudad. Un día, al salir del trabajo, Leopoldo cruza la calle para comprar unos panecillos en la panadería de su amigo Pablo, pero no se da cuenta de un automóvil que venía por la vía y tiene un accidente. Los doctores le han diagnosticado que posee problemas con las capacidades cognitivas, específicamente en las funciones ejecutivas. Al terminar el tiempo de internamiento, Leopoldo regresa a su apartamento. Ahí lo recibe su viejo amigo Kody. El perro se convierte en su rehabilitador y lo ayuda a realizar los ejercicios indicados por los médicos. Para rehabilitar las zonas dañadas de su cerebro, Kody ayudará a Leopoldo a realizar las actividades comunes del hogar. Para cada habitación hay una actividad diferente relacionada con el propósito de la misma.

Retos.

- Responder los ejercicios que aparecen en los diferentes escenarios.
- Responder los ejercicios antes de que culmine el tiempo de ejecución.

2.4. Diseño de las pantallas gráficas.

2.4.1. Descripción de las pantallas.

Tabla 2.1. Descripción de las pantallas

Imagen	Descripción
	<p>Pantalla Principal: interfaz inicial de juego, en ella el jugador tiene acceso a las diferentes opciones del juego y puede observar el nombre del usuario que en ese momento usa la aplicación, además muestra los siguientes botones:</p> <p>Jugar: el jugador desea iniciar el juego. Salir: el jugador desea salir del juego. Opciones: el jugador puede acceder a las opciones del juego, donde puede seleccionar una de ellas:</p> <p>Música: el jugador puede deshabilitar la música del juego. Créditos: el jugador puede visualizar el equipo de desarrollo del videojuego. Perfil de Usuario: el jugador accede a la gestión de los usuarios, donde muestra:</p> <p>Crear perfil: el jugador puede crearse un perfil. Cambiar de perfil: el jugador, en caso que el usuario que se encuentre actual no sea el suyo puede cambiar a su perfil. Eliminar un perfil: el jugador puede eliminar un perfil determinado. Avance: el jugador puede observar los datos almacenados en el fichero JSON.</p>
	<p>Menú Inicial: en esta escena el jugador puede acceder a todos los escenarios del videojuego, teniendo acceso a:</p> <p>Sala: se accede a la sección Sala. Baño: se accede a la sección Baño. Cocina: se accede a la sección Cocina. Cuarto: se accede a la sección Cuarto. Tienda: se accede a la sección de la Tienda de Accesorios. Inicio: regresa a la pantalla principal de videojuego.</p>

Continúa en la siguiente página

Imagen	Descripción
 <p>The image contains four small screenshots of a game environment. The first shows a living room with a sofa, a lamp, and a window. The second shows a kitchen with a stove, sink, and various items on the counter. The third shows a bedroom with a bed, a lamp, and a window. The fourth shows a bathroom with a sink, mirror, and shower. Each screenshot has a 'JUGAR' button in the bottom right corner and a score of 25 in the top right corner.</p>	<p>Secciones del Juego: en estas secciones el jugador puede interactuar con Kody, en dependencia del entorno de ejecución del juego. Además, el usuario puede acceder a los diferentes tipos de ejercicios que se encuentran en las escenas. A continuación, se describen los elementos que componen los escenarios.</p> <p>Jugar: el jugador accede a los ejercicios que aparecen en la escena.</p> <p>Atrás: regresa al Menú Inicial.</p> <p>Monedas: se pueden observar las monedas acumuladas durante el juego.</p> <p>Barra: se puede observar el nivel de apetito de la mascota.</p> <p>En el caso de la Sección de la cocina el jugador puede observar un mostrador donde se encuentran los objetos que ha comprado en la tienda.</p>
 <p>The image shows a screenshot of a virtual grocery store. The store has a red and white striped awning. The display is divided into sections for 'FRUTAS Y VERDURAS' (fruits and vegetables), 'CARNES' (meats), and 'LÁCTEOS' (dairy). Various food items are visible on the shelves. The store has a brick-like texture and a 'JUGAR' button in the bottom right corner. The score in the top right corner is 250.</p>	<p>Sección Tienda: en esta sección se muestra los diferentes tipos de alimentos que el usuario puede comprarle a Kody (dulces, postres y comida rápida), para poder comprar algún tipo de elementos de la tienda debe tener las monedas suficientes para hacerlo, para ello cada elemento tiene un valor (precio).</p> <p>Objetos de la tienda: el jugador puede comprar el objeto que desee para la mascota. Atrás: regresa al Menú Inicial. Monedas: se pueden observar las monedas acumuladas durante el juego, las mismas se irán agotando cada vez que el usuario realice una compra dependiendo del precio de cada objeto.</p>

Continúa en la siguiente página

Imagen	Descripción
	<p>Sección Ejercicios: el jugador selecciona el botón “Jugar” que se encuentra habilitado en las escenas del juego y puede realizar los diferentes ejercicios en dependencia de la escena en que se encuentre, el mismo tendrá un margen de tiempo para ser respondido correctamente, si es así el jugador obtiene monedas por cada respuesta correcta, en el caso de los ejercicios de planificación las monedas pueden aumentar en dependencia de las que pueda recolectar el jugador, en caso contrario tiene la opción de intentar el ejercicio nuevamente o de regresar a la escena anterior.</p>

2.5. Especificación de mecanismos.

La especificación de mecanismos tiene como objetivo identificar los mecanismos que forman al videojuego, así como sus propiedades y organización arquitectónica. Dichos mecanismos se encargan de agrupar por paquetes las funcionalidades del videojuego, permitiendo la interacción del usuario con el sistema e incrementando la jugabilidad. Esta sección esencialmente describe lo que el jugador puede hacer y cómo puede hacerlo [50].

2.5.1. Especificación de los Mecanismos del videojuego.

Tabla 2.2. Especificación de Mecanismos

No.	Nombre	Descripción	Organización arquitectónica perteneciente
M1	Control de menú	<p>Objetos: botones (jugar, opciones (música, sonido, perfil de usuario (crear perfil, eliminar perfil, cambiar perfil, avance), créditos) y salir).</p> <p>Propiedades:</p> <p>Música: el jugador puede deshabilitar la música del videojuego.</p> <p>Sonido: el jugador puede deshabilitar el sonido del videojuego.</p> <p>Créditos: el jugador podrá observar el equipo de desarrollo del videojuego.</p> <p>Crear perfil de usuario: el jugador podrá crearse un perfil en el videojuego.</p> <p>Eliminar perfil: el usuario podrá eliminar su perfil.</p> <p>Cambiar perfil: el usuario puede cambiar de un perfil a otro en el caso que no se encuentre en el suyo.</p> <p>Avance: muestra el avance de cada jugador en diferentes variables (cantidad de monedas acumuladas, cantidad de intentos fallidos, secciones).</p> <p>Comportamiento: el jugador accede a la pantalla principal del juego una vez que lo ejecuta, luego puede seleccionar las opciones que desea realizar (jugar, opciones (música, sonido, perfil de usuario (crear perfil, eliminar perfil, cambiar perfil, avance), créditos) y salir).</p> <p>El juego siempre tiene habilitada la opción de regresar a la pantalla anterior.</p> <p>El mecanismo permite la gestión de los usuarios a través de las opciones creadas.</p> <p>Relaciones: M2, M3, M4, M5</p>	Mecanismo Núcleo

Continúa en la siguiente página

No.	Nombre	Descripción	Organización arquitectónica perteneciente
M2	Administrar escenarios	<p>Objetos: escenarios.</p> <p>Propiedades: Escenarios: el jugador podrá acceder a los diferentes escenarios que existen en el videojuego.</p> <p>Comportamiento: el jugador podrá acceder desde la pantalla principal al juego, una vez dentro, podrá transitar por todos los escenarios creados a través del menú inicial. El usuario podrá realizar los ejercicios propuestos en cada uno de los escenarios. Cuando el usuario responde correctamente los ejercicios puede regresar si lo desea a la escena donde se encuentra y puede seguir realizando los restantes niveles o navegar por otras escenas.</p> <p>Relaciones: M1, M5.</p>	Mecanismo Núcleo
M3	Obtener Monedas	<p>Objetos: jugador, ejercicios, monedas.</p> <p>Propiedades: Jugador: responder correctamente todos los ejercicios (niveles). Monedas: se obtienen a partir de haber contestado correctamente los ejercicios. Ejercicios: responder los ejercicios en un período de tiempo.</p> <p>Comportamiento: el jugador debe responder correctamente cada uno de los ejercicios propuestos, donde obtiene 5 monedas por cada ejercicio realizado correctamente, en el caso de los ejercicios de planificación las monedas aumentan en correspondencia de la cantidad de monedas que el jugador pueda recolectar, las monedas podrán ser utilizadas en la compra de los alimentos de la mascota.</p> <p>Relaciones: M5.</p>	Mecanismo Alternativo
M4	Comprar Accesorios	<p>Objetos: accesorios, jugador.</p> <p>Propiedades: Jugador: cantidad de monedas. Accesorios: obtener accesorio.</p> <p>Comportamiento: el jugador podrá comprar accesorios a la mascota dependiendo de la cantidad de monedas que tenga acumulada.</p> <p>Relaciones: M3.</p>	Mecanismo Alternativo

Continúa en la siguiente página

No.	Nombre	Descripción	Organización arquitectónica perteneciente
M5	Realizar Ejercicios	<p>Objetos: botones (regresar, reintentar, ayuda), monedas y tiempo del ejercicio.</p> <p>Propiedades:</p> <p>Jugador: debe realizar el ejercicio, si está correcto, el jugador puede regresar a la escena donde se encontraba o seguir realizando el ejercicio, en caso contrario puede realizar nuevamente el ejercicio.</p> <p>Reintentar: si el ejercicio esta incorrecto el jugador puede intentarlo nuevamente.</p> <p>Regresar: si el jugador lo desea puede regresar a la escena anterior y no continuar el ejercicio.</p> <p>Ayuda: el jugador puede visualizar una ayuda donde se explica el contenido del ejercicio.</p> <p>Tiempo del ejercicio: si culmina el tiempo definido para cada uno de los ejercicios el jugador debe reintentar nuevamente el ejercicio o regresar a la pantalla anterior.</p> <p>Monedas: en cada ejercicio se encuentra habilitada las monedas acumuladas del jugador.</p> <p>Comportamiento: El jugador debe responder correctamente los ejercicios correspondientes en cada uno de los distintos escenarios en un margen de 1 a 3 minutos en dependencia del nivel de complejidad de cada uno.</p> <p>Relaciones: M2, M3.</p>	Mecanismo Núcleo

2.6. Requisitos no funcionales.

- **RnF 1: Jugabilidad.**

- RnF 1.1: el jugador se desplaza por el entorno en una PC haciendo clic en los botones habilitados o de forma táctil en un dispositivo móvil.
- RnF 1.2: el jugador podrá ir avanzando a medida que logre cumplir con cada nivel que existe en las escenas.

- **RnF 2: Usabilidad.**

- RnF 2.1: el videojuego está diseñado fundamentalmente para personas mayores de los 17 años.
- RnF 2.2: el tiempo para la transacción entre las diferentes acciones no excederá los tres segundos.
- RnF 2.3: para hacer uso del videojuego no se necesita conocimientos técnicos ni en el área de la

informática ni en el área de la salud.

- **RnF 3: Apariencia o Interfaz externa.**

- RnF 3.1: en las diferentes interfaces predominan los colores claros como son el azul, amarillo, verde, rojo, favoreciendo que los mismos no afecten la visibilidad del que utilice la aplicación.
- RnF 3.2: el tamaño de letra oscila entre 20 y 26 puntos.
- RnF 3.3: la distribución de los botones proporciona consistencia en las interfaces.
- RnF 3.4: la resolución de la pantalla se ajusta en dependencia del dispositivo que se utilice para jugar.

- **RnF 4: Software.**

- RnF 4.1: la aplicación debe estar disponible para los sistemas operativos Windows a partir de su versión 8.0 y Android en su versión 4.0 o superior.

- **RnF 5: Hardware.**

- RnF 5.1: es necesario para el funcionamiento del sistema mínimo, un microprocesador Intel Pentium IV a 2,6 GHz, 1 GB de memoria RAM.

- **RnF 6: Restricciones del diseño y la implementación.**

- RnF 6.1: para el desarrollo del videojuego se utilizarán las herramientas definidas para el proceso de desarrollo de videojuego en [Vertex](#):
 - Motor de videojuego: Unity 3D.
 - Metodología de Software: [Proceso Unificado Ágil \(AUP, por sus siglas en inglés\)](#), utilizando el Marco de trabajo ingenieril para el proceso de desarrollo de videojuegos utilizado por [Vertex](#).
 - [IDE](#): MonoDevelop.
 - Lenguaje de programación: C#.
 - Herramientas para [CASE](#): Visual Paradigm.
 - Los datos del videojuego serán exportados en un fichero JSON.

2.7. Paquete de Mecanismos.

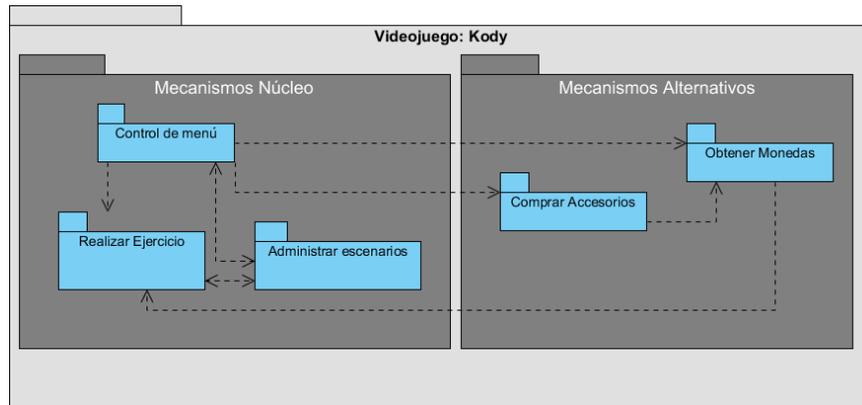


Figura 2.6. Diagrama de paquetes de los mecanismos

2.7.1. Descripción de paquetes de mecanismos.

- **Mecanismos Núcleo:** son los mecanismos indispensables para el juego que constituyen el sentido de motivación del jugador y el propósito esencial del juego como es el caso de los mecanismos Realizar Ejercicio, Administrar escenarios y el mecanismo Control de menú. Además, los mecanismos núcleos permiten la interacción del jugador con cada uno de los elementos que contienen las escenas, así como la navegación por ellas, con el propósito de cumplir con cada uno de los objetivos del juego en este caso el mecanismo Control de Menú y Administrar Escenario.
- **Mecanismos Alternativos:** amplían el espectro de funcionalidades del videojuego a través de los mecanismos núcleo. Estos mecanismos sin realizar ninguna modificación de los mecanismos núcleo son usados con un propósito completamente distinto al que fue concebido, en este caso los mecanismos Comprar Accesorios y Obtener Monedas .

2.8. Arquitectura de Software.

Para la realización del sistema se propone una arquitectura basada en la combinación de los estilos arquitectónicos: basada en capas y basada en componentes, para estructurar los diferentes elementos necesarios del videojuego. Las capas de la arquitectura se definen a continuación:

- **Capa de Presentación:** esta capa está formada por los principales elementos del videojuego, como son: controlador principal del juego (*GameManager*), el sonido (*Sound Manager*), los datos (*Data Manager*), las escenas (*Scene Manager*).
 - **GameManager:** es el controlador principal del videojuego, se implementa como un *gameObject* que se encuentra en todas las escenas del juego.

- **Sound Manager:** controla el sonido del juego y particularmente de cada elemento o acción que active un sonido.
- **Scene Manager:** maneja las escenas del juego y los cambios que ocurren entre ellas.
- **Data Manager:** maneja todos los datos del juego, además se encarga de cargar y guardar el estado del videojuego o la puntuación (monedas).
- **Capa de Interacción:** en esta capa se encuentran los diferentes escenarios y los objetos que pertenecen a los mismos.
- **Capa de Caracteres:** en esta capa se encuentran los caracteres (*Character*), encargado del manejo del personaje del videojuego.

En la figura 2.7 se observa la distribución de las capas presentes en el videojuego con los componentes que poseen cada una.

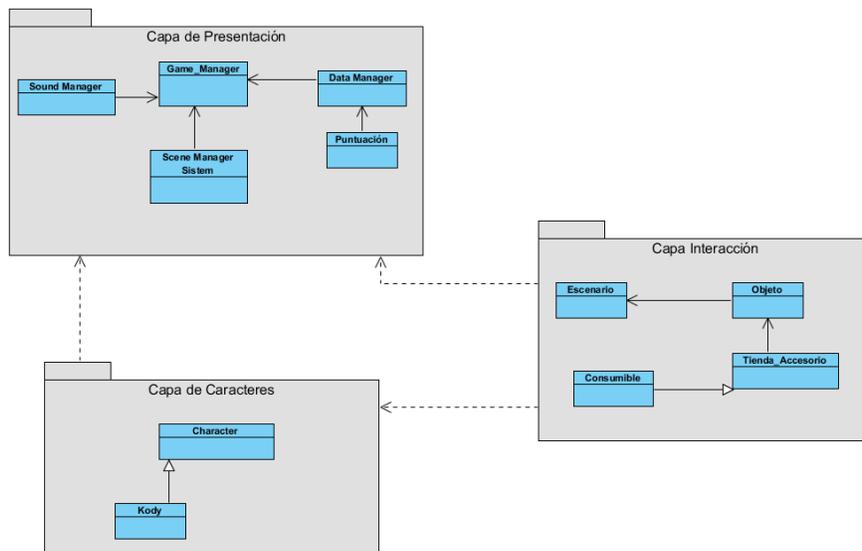


Figura 2.7. Arquitectura del videojuego

2.9. Diagrama de Clases.

Para una mayor comprensión de cómo estará estructurado el sistema de scripts de la solución, se define el siguiente diagrama de clases, el cual se muestra en la figura 2.8.

Diagrama de clases del Mecanismo “Administrar escenarios”

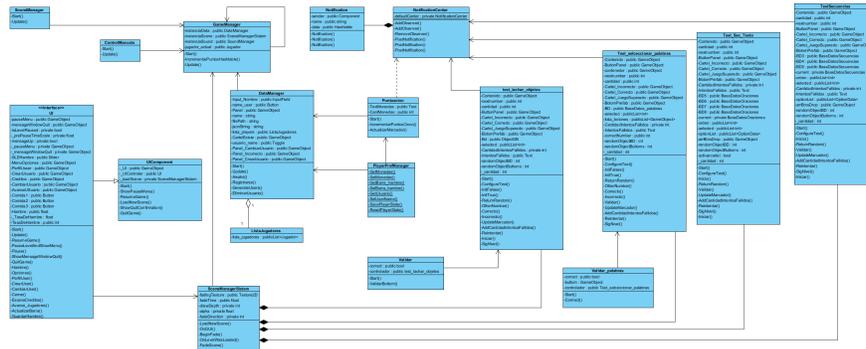


Figura 2.10. Diagrama de clases del mecanismo “Administrar escenarios”

Diagrama de clases del Mecanismo “Realizar Ejercicios”

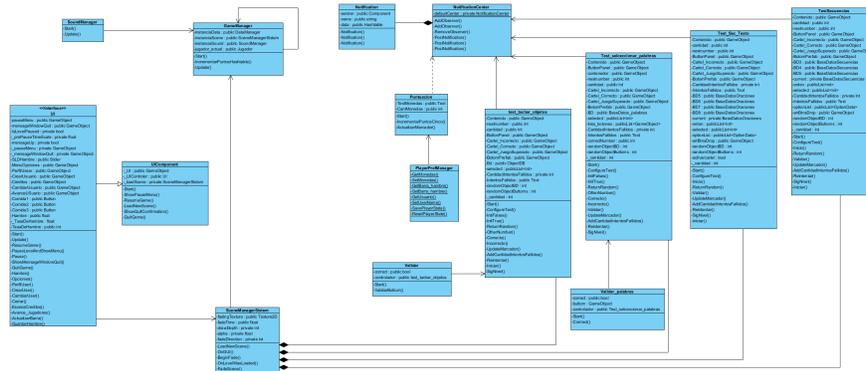


Figura 2.11. Diagrama de clases del Mecanismo “Realizar Ejercicios”

2.10. Patrones de Diseño.

Un patrón es una solución a un problema en un contexto, codifica conocimiento específico acumulado por la experiencia en un dominio. Los desarrolladores lo usan como una forma de reutilizar la experiencia, clasificando las soluciones con términos de común denominación y van formando un amplio repertorio de principios generales y de expresiones que los guían al crear un software [51]. En el diseño de la solución se utilizarán algunos de los Patrones Generales de Software de Asignación de Responsabilidad (GRASP, por sus siglas en inglés) y algunos de los patrones Pandilla de cuatro (GOF, por sus siglas en inglés).

A continuación, se describen los patrones GRASP que se usarán en el desarrollo de la solución [52].

- **Alta cohesión:** la cohesión es una medida de cuán relacionadas y enfocadas están las responsabilidades de una clase. Una alta cohesión caracteriza a las clases con responsabilidades estrechamente relacionadas que no realicen un trabajo enorme. Una baja cohesión hace muchas cosas no afines o

realiza trabajo excesivo. En resumen, este patrón se observa cuando una clase tiene la responsabilidad de realizar una labor dentro del sistema, no desempeñada por el resto de los componentes del diseño. Este patrón se evidencia en conjunto con el patrón bajo acoplamiento, de forma tal que cada clase realiza sus acciones y se evita que otra clase realice acciones correspondientes a la clase con la que está relacionada.

- **Bajo acoplamiento:** el acoplamiento es una medida de la fuerza con que una clase está conectada a otras clases. Una clase con bajo (o débil) acoplamiento no depende de muchas otras. El uso de este patrón permitirá que el número de relaciones entre las clases de la solución sea el menor posible. De tal forma que, en caso de producirse una modificación en alguna de ellas, se tenga la mínima repercusión posible en el resto de clases, lo cual potencia la reutilización y disminuye la dependencia entre estas.

También se utilizarán para el diseño de la solución los patrones GoF. Estos se clasifican en tres grandes categorías [52, 53].

- **Creacionales:** los patrones creacionales tratan con las formas de crear instancias de objetos. Su objetivo es abstraer el proceso de instanciación y ocultar los detalles de cómo los objetos son creados o inicializados. Ejemplos de estos son los siguientes (Fábrica abstracta, Constructor, Método de fabricación, Prototipo, Instancia única).
- **Estructurales:** los patrones estructurales describen como las clases y objetos pueden ser combinados para formar grandes estructuras y proporcionar nuevas funcionalidades. Estos objetos adicionales pueden ser incluso objetos simples u objetos compuestos. Ejemplos de estos son (Adaptador, Puente, Compuesto, Decorador, Fachada, Peso ligero).
- **Comportamiento:** los patrones de comportamiento ayudan a definir la comunicación e iteración entre los objetos de un sistema. El propósito de este patrón es reducir el acoplamiento entre los objetos. Ejemplo de estos patrones son (Cadena de responsabilidad, Orden, Intérprete, Iterador, Mediador, Observador, Estado, Estrategia, Método plantilla, Visitante).

De los patrones **GoF** antes mencionados se utilizarán para la solución los siguientes:

- **Observador:** este patrón define una dependencia uno a muchos entre objetos de modo que cuando el estado de un objeto cambia, se les notifica el cambio a todos los que dependen de él y se actualizan de forma automática. En la solución se usará para notificar a las clases que usen este patrón que deben actualizarse. Un ejemplo de su uso sería a la hora de incrementar las monedas del videojuego.
- **Fachada (Facade):** el patrón *Facade* eleva el nivel de abstracción de un determinado sistema para ocultar ciertos detalles de implementación y hacer más sencillo su uso. Provee una interfaz a una serie de clases para evitar el exceso de instancias de las mismas, dejando a las subclasses accesibles para ser usadas directamente. Se implementa en el *GameManager*, clase encargada de gestionar los aspectos principales del juego, permitiendo el acceso al resto de las clases asociadas a ella o convirtiendo al *GameManager* en la fachada para todos los elementos de la Capa Principal del Juego.

- **Instancia única (Singleton):** el patrón de diseño *singleton* se asegura de que una clase solo tenga una instancia, y provee un punto de acceso global a ella. Para la propuesta de solución se usó este patrón en la clase *GameManager*, dado que dicha clase es la controladora de la mayoría de los aspectos del juego, por lo que para optimizar código y evitar sobrecarga de recursos cargando demasiadas instancias de la misma clase se necesita un único acceso a la misma.

2.11. Representación del comportamiento.

2.11.1. Diagramas de Estados.

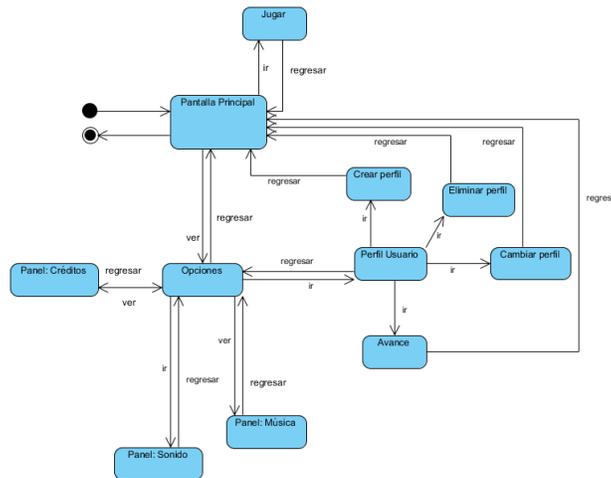


Figura 2.12. Diagrama de estado del mecanismo Control de menú

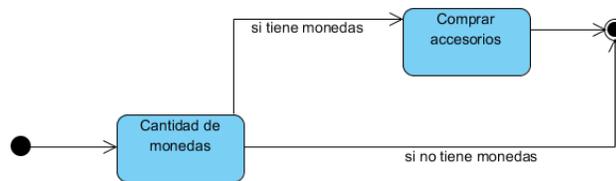


Figura 2.13. Diagrama de estado del mecanismo Comprar accesorios

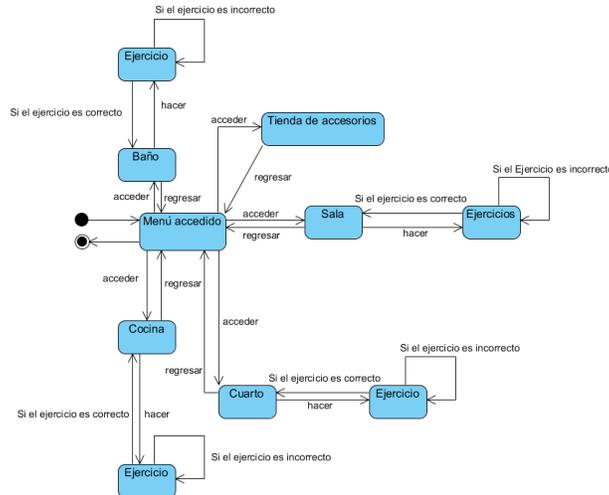


Figura 2.14. Diagrama de estado del mecanismo Administrar escenas

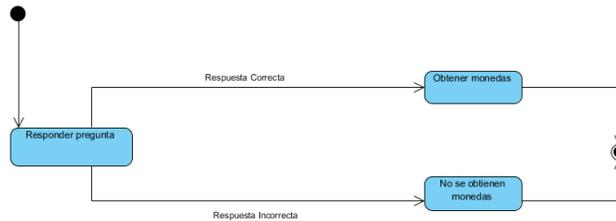


Figura 2.15. Diagrama de estado del mecanismo Obtener monedas

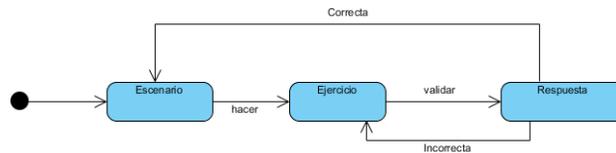


Figura 2.16. Diagrama de estado del mecanismo Realizar Ejercicio

2.12. Conclusiones parciales.

Con la culminación del presente capítulo, se arribó a la conclusión de que las bases de la solución del videojuego, quedaron bien definidas gracias a los artefactos generados por la metodología empleada, la cual permitió comprender las funcionalidades y el contenido concreto para la implementación del comportamiento de cada elemento que intervienen en los diferentes escenarios, para ello se utilizó una arquitectura que combina los estilos arquitectónicos: basada en capa y basada en componentes.

Implementación y pruebas de la solución

En el presente capítulo se define el estándar de codificación y se representa la estructura del videojuego a nivel de componentes. Se valida la propuesta de solución a partir de las pruebas de aceptación y se presenta el nivel de satisfacción de los usuarios aplicando la técnica de Iadov y el cuestionario de la experiencia del jugador.

3.1. Estándar de Codificación

Los estándares de codificación son un conjunto de convenciones, establecidas para la escritura de código. Estos varían en dependencia del lenguaje de programación, lo que posibilitan una mejor lectura e interpretación del software. Su empleo permite que el código sea de fácil comprensión por parte de los programadores [54].

Para el desarrollo de la solución se especifican estándares para la escritura del código fuente. Por ejemplo: el nombre de las variables, métodos, clases y estilo de indentación.

- **Definición de clases:** las clases comienzan con mayúscula al inicio de la palabra y en caso de estar conformada por palabras compuestas, la definición debe ser continua y cada palabra debe iniciar con mayúscula siguiendo el estilo determinado.

Ejemplo de ello se muestra a continuación:

```
1 public class DataManager : MonoBehaviour
```

- **Declaración de variables:** los nombres de las variables comienzan con minúscula y en caso de estar conformada por palabras compuestas, la definición debe estar separadas por un guion bajo (“_”), a continuación, se muestra un ejemplo de cada caso.

```
1 public int cant_monedas;  
2 public float tiempo;
```

- **Métodos:** el nombre de los métodos debe comenzar con mayúscula y en caso de estar conformada por palabras compuestas debe de separarse por un guion bajo (“_”) y cada palabra debe iniciar con mayúscula.

```

1   void Start()
2   public void Correcto()
3   public void Actualizar_Marcador()

```

- **Estilo de indentación:** el estilo utilizado en la implementación de la propuesta de solución 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.

```

1   If (Condición)
2   {
3       (Bloque de sentencias 1)
4   else
5       (Bloque de sentencias 2)
6   }

```

3.2. Diagrama de componentes

El diagrama de componentes es un tipo de diagrama del **UML**. Representa la organización lógica de la implementación de un sistema, a través de los componentes y las relaciones de dependencia entre ellos[42]. A continuación, se muestran tres de los diagramas de componentes de los mecanismos del videojuego.

Diagrama de componentes del Mecanismo “Control de menú”

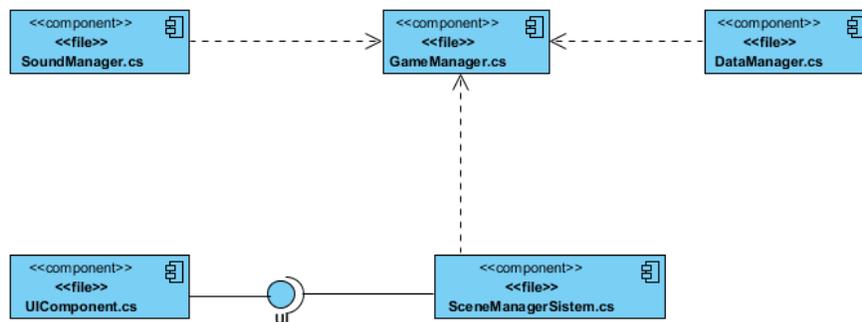


Figura 3.1. Diagrama de componente del mecanismo “Control de menú”

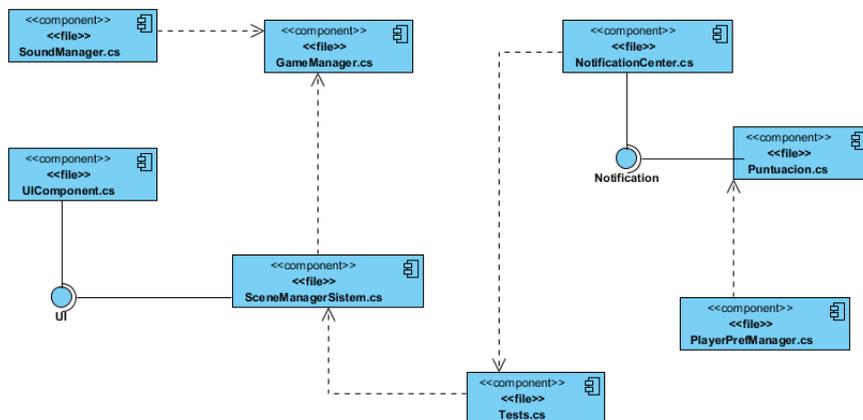


Figura 3.3. Diagrama de componentes del mecanismo “Realizar Ejercicios”

Diagrama de componentes del Mecanismo “Administrar escenarios”

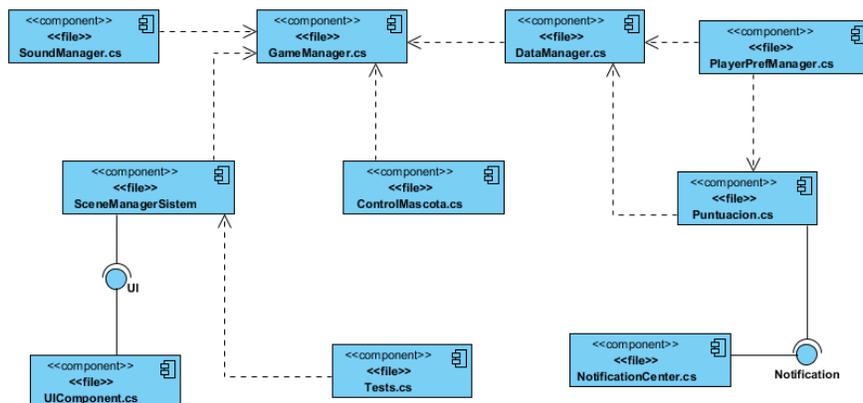


Figura 3.2. Diagrama de componentes del Mecanismo “Administrar escenarios”

Diagrama de componentes del Mecanismo “Realizar 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. Su principal objetivo es diseñar pruebas que, sistemáticamente, saquen a la luz diferentes clases de errores, haciéndolo con la menor cantidad de tiempo y esfuerzo [42].

Pruebas Alfa y Beta

Cuando se construye software a la medida para un cliente, se realiza una serie de pruebas de aceptación a fin de permitir al cliente validar todos los requerimientos. Realizada por el usuario final en lugar de por los

ingenieros de software, una prueba de aceptación puede variar desde una “prueba de conducción” informal hasta una serie de pruebas planificadas y ejecutadas sistemáticamente. De hecho, la prueba de aceptación puede realizarse durante un periodo de semanas o meses, y mediante ella descubrir errores acumulados que con el tiempo puedan degradar el sistema [42].

Pruebas Alfa: La prueba alfa se lleva a cabo en el sitio del desarrollador por un grupo representativo de usuarios finales. El software se usa en un escenario natural con el desarrollador “mirando sobre el hombro” de los usuarios y registrando los errores y problemas de uso. Las pruebas alfa se realizan en un ambiente controlado [42].

Pruebas Beta: La prueba beta se realiza en uno o más sitios del usuario final. A diferencia de la prueba alfa, por lo general el desarrollador no está presente. Por tanto, la prueba beta es una aplicación “en vivo” del software en un ambiente que no puede controlar el desarrollador. El cliente registra todos los problemas (reales o imaginarios) que se encuentran durante la prueba beta y los reporta al desarrollador periódicamente. Como resultado de los problemas reportados durante las pruebas beta, es posible hacer modificaciones y luego preparar la liberación del producto de software a toda la base de clientes [42].

Para la aplicación de estas pruebas se seleccionaron un grupo de personas que han desempeñado diferentes roles en el proceso de desarrollo de un videojuego, así como un personal médico especializado en la rehabilitación de las funciones cognitivas, todos con más de cinco años de experiencia en la labor que realizan. A continuación, se relacionan los involucrados en las pruebas.

- Ing. Alina Dolores Rodríguez Peña.
- Ing. Jorge Lázaro Sirés González.
- Ing. Raidel Ross Rodríguez.
- Ing. Enelis Blanca Cuba Rondón.
- Defectóloga Msc. Miriam Antúnez Alarcón.
- Técnico de Rehabilitación Idael Crespo Morales.
- Técnico de Rehabilitación Rafael Mauricio Rojas Esteva.
- Dra. Isel Viamonte Doimeadios.

De igual forma se seleccionaron un grupo de estudiantes, los cuales se relacionan a continuación:

- Antonio David Castillo Oliva (Estudiante de 5to año).
- Fernando Bermúdez Rodríguez (Estudiante de 5to año).
- Leonel Vázquez Nueva (Estudiante de 5to año).
- Sergio Antonio Quintana Gómez (Estudiante de 5to año).
- Pablo René Monés Vázquez (Estudiante de 5to año).
- Pedro Alejandro Villavicencio Martínez (Estudiante de 5to año).
- Andro Rodríguez Martínez (Estudiante de 5to año).
- Daylilis Cardoso Roque (Estudiante de 5to año).
- Mirdolys Nieves Llopiz (Estudiante de 5to año).

- Leodan Hugo Brunet Benítez (Estudiante de 4to año).
- Evelyn Regla Cordovi Galarraga (Estudiante de 4to año).
- Adis Mirtha Canet Aliaga (Estudiante de 3er año).
- Joseyán Velázquez González (Estudiante de 2do año).
- Luis Miguel Díaz Blanco (Estudiante de 2do año).

Se realizaron tres iteraciones de las pruebas antes descritas, resolviendo las no conformidades encontradas antes de iniciar la siguiente. En el caso particular de la última iteración no se registran inconformidades por parte del personal responsable de llevar a cabo las pruebas.

La figura 3.4 muestra un resumen del proceso de validación del videojuego.

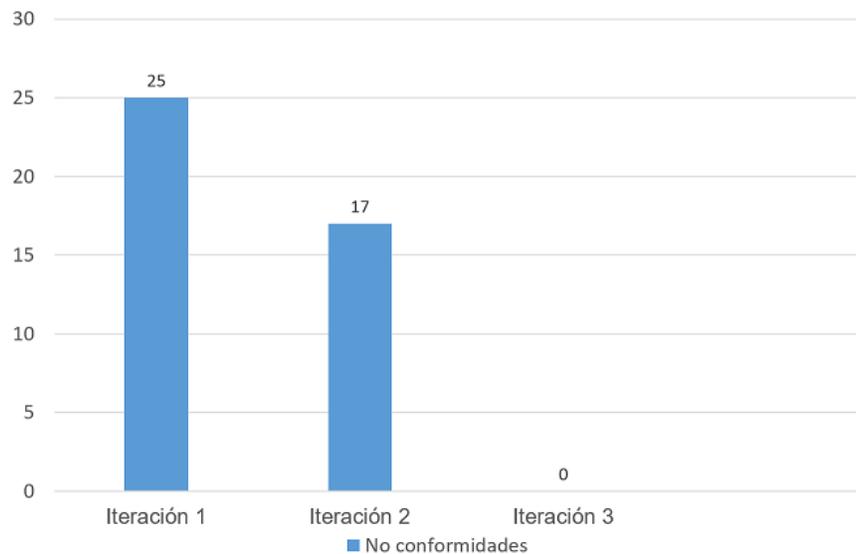


Figura 3.4. Resultado de las pruebas

Como parte del proceso de evaluación de la satisfacción del usuario y por estar vinculado directamente al área de la salud, el videojuego se pone a disposición del personal médico que labora en el Policlínico Universitario “Cristóbal Labra” del municipio La Lisa.

Según la Doctora Miriam Antúnez Alarcón, Jefa del equipo de rehabilitación de la referida institución de la salud, se evalúa de positiva la propuesta de un videojuego para la estimulación cognitiva en pacientes adultos, ya que hoy se carece de actividades para el estímulo de personas con dificultades cognitivas y propone que además de ser utilizado en pacientes que han sufrido un [Accidente vascular encefálico \(AVE\)](#) se aplique en adultos mayores con ligero y moderado deterioro cognitivo.

Resultados de la solución

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. La técnica está conformada por 5 preguntas (3 cerradas y 2 abiertas) [55].

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 Anexo A.1) y cuya relación el sujeto desconoce. Estas tres preguntas se relacionan a través de lo que se denomina el “Cuadro Lógico de Iadov”, el cual se muestra a continuación 3.5 [55].

	1- ¿Considera usted qué se deba llevar a cabo un proceso de desarrollo de videojuegos para la rehabilitación cognitiva sin conocer a fondo las afectaciones del paciente?								
	NO			NO SÉ			SÍ		
3-¿Satisface sus expectativas, desde la posición de médico, los ejercicios propuestos en la aplicación?	2- ¿Si usted fuera a realizar otra terapia de rehabilitación de las funciones ejecutivas utilizaría el videojuego propuesto?								
	SÍ	NO SÉ	NO	SÍ	NO SÉ	NO	SÍ	NO SÉ	NO
Me satisface mucho	1	2	6	2	2	6	6	6	6
No me satisface tanto.	2	2	3	2	3	3	6	3	6
Me da lo mismo.	3	3	3	3	3	3	3	4	3
Me disgusta más de lo que me satisface.	6	3	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. Cuadro Lógico de Iadov

El número resultante de la interrelación de las tres preguntas nos indica la posición de cada sujeto en la escala de satisfacción.

Escala de satisfacción:

1. Clara satisfacción.
2. Más satisfecho que insatisfecho.
3. No definida.
4. Más insatisfecho que satisfecho.

5. Clara insatisfacción.
6. Contradictoria.

Para medir el grado de satisfacción se tomó una muestra de 8 especialistas pertenecientes al Policlínico Universitario “Cristóbal Labra” del municipio La Lisa.

La técnica de Iadov permite conocer el **Índice de satisfacción grupal (ISG)**, para lo cual se trabaja con los diferentes niveles de satisfacción que se expresan en una escala numérica que oscila entre +1 y -1 de la siguiente forma:

Índice	Escala
+1	Máximo de satisfacción.
0.5	Más satisfecho que insatisfecho.
0	No definido y contradictorio.
-0.5	Más insatisfecho que satisfecho.
-1	Máxima insatisfacción.

La satisfacción grupal se calcula utilizando 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 el número de sujetos con índice individual 1, 2, 3 o 6, 4, 5 respectivamente.
- N representa el número total de sujetos del grupo.

Esto permite reconocer las categorías grupales:

- Insatisfacción: desde (-1) hasta (-0,5)
- Contradictorio: desde (-0,49) hasta (+0,49)
- Satisfacción: desde (+0,5) hasta (1).

Luego de haber aplicado la técnica, calculando el **ISG** se obtiene como resultado 0.8125 lo que significa una clara satisfacción con el uso del videojuego para la estimulación cognitiva en pacientes específicamente en las funciones ejecutivas. $ISG = \frac{6(+1) + 1(+0,5) + 1(0) + 0(-0,5) + 0(-1)}{8}$

3.3.1. Encuesta a usuarios

Luego de ser validada la propuesta de solución, por los especialistas médicos, como una técnica que contribuye al proceso de rehabilitación de las funciones cognitivas, se procede a realizar un análisis sobre la experiencia de los usuarios. A propuesta de la dirección del policlínico universitario “Cristóbal Labra” se realiza una visita al hogar del adulto mayor “José Manuel Lazo de la Vega” del municipio La Lisa.

Para comprobar si la solución de la presente investigación cumple con el objetivo planteado, se le aplicó a un grupo de 10 personas el módulo central del cuestionario de experiencia del jugador (ver Anexo A.3), con

el objetivo de explorar los sentimientos de los jugadores mientras utilizaban el videojuego. Los encuestados no están diagnosticados, en su totalidad, con traumas severos en las facultades cognitivas, pero si presentan un marcado deterioro producto a la edad, la cual oscila entre 60 y 80 años. Este cuestionario es aplicable luego de haber utilizado en videojuego, el mismo consta de tres módulos: central (*The core questionnaire*), de presencia social (*The Social Presence Module*) y post-juego (*The Post-game module*).

Las 33 preguntas realizadas están enfocadas a evaluar la satisfacción del usuario con la utilización de la solución. Como resultado se obtiene un 100 por ciento de satisfacción y de atracción de los pacientes por el videojuego propuesto.

3.4. Conclusiones parciales.

Al finalizar el presente capítulo quedó desarrollado satisfactoriamente la solución propuesta, logrando así la implementación de un videojuego que sirva para el tratamiento de las funciones ejecutivas. Se definieron los estándares de codificación y se representaron los diagramas de componente lo que permite un mejor entendimiento de la implementación. Se definieron y aplicaron las pruebas de aceptación, las cuales posibilitan evidenciar la satisfacción de un grupo de personas que actúan como usuario, desde la parte técnica, el área de salud y pacientes, utilizando para estos últimos la encuesta “*Game Experience Questionnaire*”.

Conclusiones

Con el desarrollo de la presente investigación se obtuvo un videojuego para la estimulación cognitiva de pacientes, enfocado en las funciones ejecutivas.

- La automatización de los ejercicios para la rehabilitación de las funciones ejecutivas contribuyó a hacer más dinámicos los tratamientos.
- El videojuego desarrollado permite realizar el tratamiento de rehabilitación independientemente del lugar donde se encuentre el paciente.
- La integración de la gestión de perfiles con la plataforma Medicando permite realizar el tratamiento a múltiples pacientes usando el mismo dispositivo.

Recomendaciones

Para dar continuidad a la presente investigación se recomienda:

- Adicionar nuevos ejercicios para ampliar las funcionalidades del videojuego.
- Implementar un módulo de configuración, que permita modificar elementos de los ejercicios de forma dinámica.

AUP Proceso Unificado Ágil. [36](#)

AVE Accidente vascular encefálico. [48](#)

CASE Ingeniería de Software Asistida por Computadora. [16](#), [36](#)

GamerDic Diccionario en línea de términos sobre videojuegos y cultura de juego. [18](#)

GOF Pandilla de cuatro. [40](#), [41](#)

GRASP Patrones Generales de Software de Asignación de Responsabilidad. [40](#)

IDE Entorno de Desarrollo Integrado. [16](#), [36](#)

ISG Índice de satisfacción grupal. [50](#)

JSON Notación de objetos JavaScript. [15](#), [16](#), [19–21](#), [30](#)

RAE Real Academia Española. [5](#)

TIC Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. [1](#), [19](#), [29](#)

UCI Universidad de las Ciencias Informáticas. [2](#)

UML Lenguaje de Modelado Unificado. [17](#), [19](#), [45](#)

Vertex Centro de Entornos Interactivos 3D. [2](#), [10](#), [15](#), [16](#), [18](#), [20](#), [36](#)

Referencias bibliográficas

- [1] Jesús García Sevilla. «Tema 1. Introducción a la estimulación cognitiva». En: *Estimulación Cognitiva. Lima: Neuro Health, sf* (2011) (vid. págs. 1, 6).
- [2] Y Ginarte-Arias. «Rehabilitación cognitiva. Aspectos teóricos y metodológicos». En: *Revista de Neurología* 34.9 (2002), págs. 870-876 (vid. pág. 1).
- [3] JM Muñoz-Céspedes y J Tirapu-Ustárroz. «Rehabilitación de las funciones ejecutivas». En: *Revista de neurología* 38.7 (2004), págs. 656-663 (vid. págs. 1, 8).
- [4] Eva Pietrzak, Stephen Pullman y Annabel McGuire. «Using virtual reality and videogames for traumatic brain injury rehabilitation: a structured literature review». En: *GAMES FOR HEALTH: Research, Development, and Clinical Applications* 3.4 (2014), págs. 202-214 (vid. pág. 1).
- [5] F David Rose, Barbara M Brooks y Albert A Rizzo. «Virtual reality in brain damage rehabilitation». En: *Cyberpsychology & behavior* 8.3 (2005), págs. 241-262 (vid. pág. 1).
- [6] Brenda K Wiederhold y Giuseppe Riva. *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine 2012: Advanced Technologies in the Behavioral, Social and Neurosciences*. Vol. 181. Ios Press, 2012 (vid. pág. 1).
- [7] Omar Correa Madrigal. «Modelo de generación procedural de contenido para la rehabilitación de la agudeza visual con videojuegos.» Tesis doct. Universidad de las Ciencias Informáticas, 2015 (vid. págs. 1, 11, 12).
- [8] 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. págs. 2, 11).
- [9] DL McLellan. «Neurology or rehabilitation medicine?» En: *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry* 55.Suppl (1992), págs. 47-50 (vid. pág. 5).
- [10] *Diccionario de la lengua española*. URL: <http://dle.rae.es/> (vid. pág. 5).
- [11] Adriana Castillo Ruben. «Rehabilitación neuropsicológica en el siglo XXI». En: *Rev Mex Neuroci* 3.4 (2002), págs. 223-30 (vid. págs. 5, 6).
- [12] José Luis Santos Cela y Esperanza Bausela Herreras. «Rehabilitación neuropsicológica». En: *Papeles del psicólogo* 26.90 (2005) (vid. pág. 6).

- [13] Juan Carlos Arango Lasprilla. *Rehabilitación neuropsicológica*. Editorial El Manual Moderno, 2006 (vid. pág. 6).
- [14] Mauricio A. Barrera Valencia y Liliana Calderón Delgado. «Rehabilitación de las Funciones Ejecutivas.» En: *Revista CES Psicología* (2008) (vid. págs. 6, 8).
- [15] Elena Muñoz Marrón y col. *Estimulación cognitiva y rehabilitación neuropsicológica*. Editorial uoc, 2011 (vid. pág. 6).
- [16] Francisco Javier Moreno Pérez. «Rehabilitación cognitiva en sujetos discapacitados mediante el empleo de nuevas tecnologías.» En: *II European Conference on Information Technologies in Education and Citizenship*. 2002 (vid. pág. 6).
- [17] JL Otero y Luis Fontán Scheitler. «La rehabilitación de los trastornos cognitivos». En: *Rev Med Uruguay* 17 (2001), págs. 133-139 (vid. pág. 7).
- [18] AR Luria. «Lenguaje y comportamiento (Rol del lenguaje en la regulación de la conducta normal y no normal). Ed». En: *Fundamentos, Madrid* (1980) (vid. pág. 7).
- [19] Muriel D Lezak. «The problem of assessing executive functions». En: *International journal of Psychology* 17.1-4 (1982), págs. 281-297 (vid. pág. 7).
- [20] McKay Moore Sohlberg y Catherine A Mateer. *Introduction to cognitive rehabilitation: Theory and practice*. Guilford Press, 1989 (vid. pág. 7).
- [21] Carlos Dorado. «Revista Chilena de Neuropsicología». En: *Revista Chilena de Neuropsicología* 7 (2012), págs. 48-53 (vid. pág. 7).
- [22] Iván Delgado Mejía y Máximo C Etchepareborda. «Trastornos de las funciones ejecutivas. Diagnóstico y tratamiento». En: *Revista de neurología* 57.1 (2013), págs. 95-103 (vid. pág. 8).
- [23] Muriel Deutsch Lezak y col. *Neuropsychological assessment*. Oxford University Press, USA, 2004 (vid. pág. 8).
- [24] *Colección Estimulación Cognitiva para Adultos*. Talleres Cognitiva. URL: <https://www.tallerescognitiva.com> (vid. pág. 9).
- [25] Andrés Sarmiento Peña. URL: <https://fiapam.org/wp-content/uploads/2013/07/muestra.pdf> (vid. pág. 9).
- [26] Andrés Sardinero Peña. *Estimulación cognitiva para adultos*. 2010 (vid. pág. 9).
- [27] Luis Jesús Arce. «Desarrollo de videojuegos». En: *Mendoza: Universidad de Aconcagua* (2011) (vid. pág. 10).
- [28] José Luis Eguía, Ruth Sofhía Contreras, Lluís Solano Albajés y col. «Videojuegos: conceptos, historia y su potencial como herramientas para la educación». En: (2012) (vid. pág. 10).
- [29] Roger Caillois. *Los juegos y los hombres*. Fondo Cultura Económica, 1986. ISBN: 968-16-2481-5 (vid. págs. 10, 11).

- [30] Pere Marqués. *Los videojuegos*. 2001 (vid. págs. 10, 12).
- [31] Jordi Duch Gavaldá y Heliodoro Tejedor Navarro. «Introducción a los videojuegos, septiembre 2011». En: (2011) (vid. págs. 11, 12).
- [32] Grethel Naranjo Rondón. «KeylaxyEyes: videojuego serio para el tratamiento de niños con deficiencias del campo visual.» Tesis doct. Universidad de las Ciencias Informáticas, 2015 (vid. págs. 11, 18).
- [33] Michael Zyda. «From visual simulation to virtual reality to games». En: *Computer* 38.9 (2005), págs. 25-32 (vid. pág. 11).
- [34] Julian Alvarez y col. «Serious Game: Just a question of posture». En: *Artificial & Ambient Intelligence, AISB 7* (2007), págs. 420-423 (vid. pág. 12).
- [35] Clark C Abt. *Serious games*. University press of America, 1987 (vid. pág. 12).
- [36] Marcella Caglio y col. «Video game play changes spatial and verbal memory: rehabilitation of a single case with traumatic brain injury». En: *Cognitive processing* 10.2 (2009), págs. 195-197 (vid. pág. 12).
- [37] María Jesús Álava Reyes. Grupo Álava Reyes. 2017. URL: <http://www.gomins.es> (vid. pág. 12).
- [38] *Unobrain*. 2018. URL: <http://www.unobrain.com/> (vid. págs. 13, 14).
- [39] Pino Villamarin. *Scribd*. 2017. URL: <https://es.scribd.com> (vid. pág. 14).
- [40] 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. 15).
- [41] Andy Hernández Paez. «Marco de trabajo ingenieril para el proceso de desarrollo de videojuegos.» Tesis de mtría. Universidad de las Ciencias Informáticas, 2017 (vid. pág. 16).
- [42] Roger S Pressman y Jose Maria Troya. «Ingeniería del software». En: (2002) (vid. págs. 17, 18, 45-47).
- [43] Iman Ouazzani. «Manual de creación de Videojuego con Unity 3D». Tesis de mtría. Universidad Carlos III de Madrid, 2012 (vid. pág. 18).
- [44] Yova Turnes. *GamerDic. Diccionario online de términos sobre videojuegos y cultura gamer*. Nov. de 2017. URL: <http://www.gamerdic.es/> (vid. pág. 17).
- [45] Unity Technologies. *Unity*. Nov. de 2017. URL: <https://unity3d.com> (vid. pág. 18).
- [46] Dayron Suárez del Toro. «Paquete de mecánicas para el desarrollo de videojuegos de tipo estrategia táctica sobre Unity 3D». Tesis doct. Universidad de las Ciencias Informáticas, 2016 (vid. pág. 18).
- [47] José Antonio González Seco. «El lenguaje de programación C». En: *PDF, Programación en castellano* (2001) (vid. pág. 18).

- [48] IvarBooch Jacobson y col. *El proceso unificado de desarrollo de software/The unified software development process*. 004.41. Pearson Educación, 2000 (vid. págs. 18, 19).
- [49] Unity Technologies. Unity Technologies. Nov. de 2016. URL: <https://docs.unity3d.com> (vid. pág. 18).
- [50] Paez Andy Hernández, Turruel 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. 26, 28, 32).
- [51] Eliandis Matos Moreira y Yaricel Guerra Velázquez. «Sistema para la verificación de personas en línea a través de huellas dactilares.» Tesis doct. Universidad de las Ciencias Informáticas, 2013 (vid. pág. 40).
- [52] Craig Larman. *UML y Patrones*. Pearson Educación ^ eMadrid Madrid, 2003 (vid. págs. 40, 41).
- [53] John Vlissides y col. «Design patterns: Elements of reusable object-oriented software». En: *Reading: Addison-Wesley* 49.120 (1995), pág. 11 (vid. pág. 41).
- [54] Margarita André Ampuero y Yucely López Trujillo. «Creando un profesional con disciplina en el proceso de desarrollo de software». En: *Ingeniería Industrial* 27.1 (2006) (vid. pág. 44).
- [55] 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. 49).
- [56] WA IJsselsteijn, YAW De Kort y Karolien Poels. «The game experience questionnaire». En: *Manuscript in preparation* (2013) (vid. pág. 61).

Apéndices

A.1. Modelo de encuesta Aplicada a 8 especialistas del Policlínico Universitario “Cristóbal Labra” del municipio La Lisa

Tabla A.1. Encuesta.

<p>Estimado(a): Lea con detenimiento cada una de las preguntas antes de responder. Te agradecemos tu participación y franqueza al decirnos honestamente lo que piensa sobre el uso de los videojuegos para la rehabilitación cognitiva específicamente las funciones ejecutivas.</p>
<p>1- ¿Considera usted qué se deba llevar a cabo un proceso de desarrollo de videojuegos para la rehabilitación cognitiva sin conocer a fondo las afectaciones del paciente? _ No _ No sé _ Sí</p>
<p>2- ¿Si usted fuera a realizar otra terapia de rehabilitación de las funciones ejecutivas utilizaría el videojuego propuesto? _ No _ No sé _ Sí</p>
<p>3- ¿Satisfacen sus expectativas, desde la posición de médico, los ejercicios propuestos en la aplicación? _ Me satisface mucho. _ No me satisface tanto. _ Me da lo mismo. _ Me disgusta más de lo que me satisface. _ No me satisface nada. _ No sé qué decir.</p>
<p>4- ¿Puede utilizarse el videojuego en pacientes con limitaciones ligeras? Argumente.</p>
<p>5- ¿Contribuye la tecnología a la rehabilitación de las funciones cognitivas? Argumente.</p>

A.2. Pantalla de Avance de cada Jugador



Figura A.1. Avance de cada Jugador

A.3. Cuestionario de la experiencia del jugador [56], aplicado a personas de la tercera del Hogar del adulto mayor “José Manuel Lazo de la Vega” del municipio La Lisa

Please indicate how you felt while playing the game for each of the items, on the following scale:

<i>Not at all</i>	<i>Slightly</i>	<i>Moderately</i>	<i>Fairly</i>	<i>Extremely</i>
0	1	2	3	4

1. I felt content
2. I felt skilful
3. I was interested in the game’s story
4. I thought it was fun
5. I was fully occupied with the game
6. I felt happy
7. It gave me a bad mood
8. I thought about other things
9. I found it tiresome
10. I felt competent
11. I thought it was hard
12. It was aesthetically pleasing
13. I forgot everything around me

14. I felt good
15. I was good at it
16. I felt bored
17. I felt successful
18. I felt imaginative
19. I felt that I could explore things
20. I enjoyed it
21. I was fast at reaching the game's targets
22. I felt annoyed
23. I felt pressured
24. I felt irritable
25. I lost track of time
26. I felt challenged
27. I found it impressive
28. I was deeply concentrated in the game
29. I felt frustrated
30. It felt like a rich experience
31. I lost connection with the outside world
32. I felt time pressure
33. I had to put a lot of effort into it