

Bermón Angarita, L., y Prieto Taborda, M. A. (enero-abril, 2022). Videojuego para evaluar el grado de déficit de atención e hiperactividad en niños. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (65), 137-170. <https://www.doi.org/10.35575/rvucn.n65a6>

Videojuego para evaluar el grado de déficit de atención e hiperactividad en niños

Videogame to evaluate the degree of attention-deficit hyperactivity disorder in children

Leonardo Bermón Angarita

Ph.D. Ingeniería Informática

Departamento de Informática y Computación, Universidad Nacional de Colombia
Manizales, Colombia

lbermona@unal.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6034-0483>

CvLAC:

https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000063487

María Amparo Prieto Taborda

Magister en Administración

Departamento de Informática y Computación, Universidad Nacional de Colombia
Manizales, Colombia

maprietot@unal.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3422-1680>

CvLAC:

http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000174750

Recibido: 04 de marzo de 2021

Evaluado: 03 de septiembre de 2021

Aprobado: 20 de enero de 2022

Tipo de artículo: Investigación Científica y Tecnológica

Resumen

El trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) es un término de diagnóstico para niños que presentan importantes problemas de atención, con impulsividad y excesiva actividad. Los videojuegos orientados al diagnóstico médico pueden servir como herramientas que

complementan las evaluaciones clínicas del TDAH. El presente artículo presenta el desarrollo de un videojuego orientado a dispositivos móviles que permite la identificación del grado de TDAH. La metodología del estudio consistió en un proceso de desarrollo de software que incluyó las fases de diseño, implementación y evaluación. El videojuego plantea una serie de niveles con pruebas orientadas a evaluar características del TDAH, como la memoria a corto plazo, la impulsividad, la atención sostenida, el pensamiento crítico y el acatamiento de normas. El videojuego puede ayudar a evaluadores a identificar áreas problemáticas que apoyen el diagnóstico y tratamiento de niños con TDAH. Está orientado a generar recomendaciones de diagnóstico sobre TDAH de tipo inatención e impulsivo, con un enfoque orientado tanto a tareas específicas como al seguimiento médico/clínico.

Palabras clave: Aplicación móvil; Diagnóstico; TDAH; Videojuego.

Abstract

Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) is a diagnostic term for children with significant attention problems, impulsivity and excessive activity. Videogames oriented to medical diagnosis can serve as tools that complement clinical evaluations of ADHD. This article presents the development of a video game oriented to mobile devices that allows the identification of the degree of ADHD. The methodology consisted of a software development process that included the design, implementation and evaluation phases. The videogame proposes a series of levels with tests aimed at evaluating ADHD characteristics, such as short-term memory, impulsivity, sustained attention, critical thinking and compliance with rules. The video game can help evaluators identify problem areas that support the diagnosis and treatment of children with ADHD. It is aimed at generating diagnostic recommendations for inattentive and impulsive ADHD, with an approach oriented both to specific tasks and to medical/clinical monitoring.

Key words: Mobile application; Diagnosis; ADHD; Videogame.

Introducción

El trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) es un trastorno neuropsiquiátrico de la infancia, caracterizado por hiperactividad, impulsividad y falta persistente de atención (DSM-5, 2021). Es un trastorno prevalente que a menudo es difícil de diagnosticar y tratar, impactando sobre el aprendizaje, relaciones sociales y calidad de vida.

Los requisitos relacionados con la naturaleza intensiva de los diagnósticos y tratamientos han llevado a los profesionales de la salud a explorar el uso de juegos digitales para complementar los métodos tradicionales (Gentry et al., 2019), teniendo en cuenta que el uso de videojuegos repercute sobre las capacidades sensoriales e intelectuales (Mojena-Wilce y Salcines-Talledo, 2021). Este enfoque se basa en el interés que los niños muestran por los juegos digitales y en la capacidad de los juegos para fomentar la motivación y el compromiso (Mayer, 2019).

Por consiguiente, los videojuegos pueden utilizarse como herramientas de diagnóstico médico (Gentry et al., 2019) y podrían ofrecer un enfoque alternativo a la evaluación y manejo del TDAH. Estas aplicaciones informáticas adquieren un valor agregado debido a que centran al jugador en la exploración del entorno y sus relaciones con objetos, personas y consigo mismo (Mayer, 2019). De esta manera, apoyan la inclusión de nuevos métodos que incorporan mecanismos cognitivos y motores, en situaciones reales o fantásticas incluidas en entornos virtuales (Sailer et al., 2017). Para llevar un adecuado control y supervisión de niños con esta discapacidad, se pueden implementar videojuegos que apoyen la realización de pruebas y recolecten indicadores para su análisis y tratamiento.

De esta manera, los videojuegos pueden ser una herramienta prometedora para facilitar el diagnóstico, mediante la adopción de roles y asignación de tareas que ofrecen una nueva forma de involucrar a los jugadores a través de la interacción durante la realización de pruebas (Mancera et al., 2017; Peñuelas-Calvo et al., 2020).

Este artículo tiene por objetivo principal presentar un videojuego que pueda servir como apoyo a la aplicación de pruebas de evaluación en los niños con TDAH.

El artículo está organizado de la siguiente manera. El segundo apartado presenta el marco teórico del trabajo; el tercero, muestra los trabajos relacionados; el cuarto, describe la metodología

utilizada; el quinto, describe el videojuego desarrollado; el sexto, presenta los resultados del estudio; y el séptimo apartado realiza una discusión de los resultados. Por último, se presentan las conclusiones y trabajo futuro.

TDAH y videojuegos

El marco teórico aborda los conceptos relacionados con el TDAH y la utilización de videojuegos en educación y diagnóstico.

Trastorno por déficit de atención e hiperactividad

El TDAH es un tipo de discapacidad de aprendizaje que incluye síntomas como baja concentración y fácil distracción en las personas. Está asociado con el fracaso escolar, dificultades en las relaciones sociales, conductas de oposición o incluso agresivas, problemas psicológicos, como estados de ánimo triste o depresivo y una autoimagen negativa (DSM-5, 2021). El crédito científico sobre el término se les otorga a George Still y Alfred Tredgold, por ser los primeros autores en enfocar una atención clínica seria sobre condiciones de comportamiento en niños, la cual se aproxima a lo que hoy se conoce como TDAH (Barkley, 2014).

Este trastorno se presenta frecuentemente en niños menores de 10 años y los estudios demuestran que un 3-5 % de esta población lo padece (Willcutt, 2012). Se ve reflejado en los niños a través de su comportamiento o forma de interactuar en el ámbito familiar, escolar y social, necesitando de una intervención educativa para apoyar el aprendizaje a medida que crecen (Aziz et al., 2012). Las personas con TDAH experimentan resultados sub-óptimos en muchas áreas, incluido un rendimiento educativo y vocacional reducido (Sayal et al., 2018).

Según Barkley (2014) existen tres síntomas comunes entre los estudiantes que presentan TDAH:

Tipo inatención: Se caracteriza porque el niño no puede enfocarse o permanecer enfocado en una tarea o actividad, no finaliza acciones que inicia y parece que no escuchara.

Tipo impulsivo: El niño es muy activo y frecuentemente actúa sin pensar, pero no muestra problemas de atención significativos, cambia excesivamente de una actividad a otra y necesita mucha supervisión.

Tipo hiperactivo: El niño se caracteriza por correr excesivamente y tiene dificultades para quedarse quieto o permanecer sentado.

Algunas características comunes que presentan los niños con TDAH, según el DSM-5 (2011), son: No se concentran con facilidad, se distraen con cualquier sonido o movimiento, no se quedan quietos por lapsos largos de tiempo, tienen una memoria de aprendizaje a corto plazo, no acatan normas, dejan sus tareas empezadas y tienen dificultad para relacionarse o trabajar en equipo.

El TDAH es un trastorno neurobiológico, determinado en parte genéticamente, compartido por miembros de la familia y asociado con anomalías en las estructuras cerebrales (Schultz & Evans, 2015).

Entre los tratamientos probados para el TDAH, la mayor parte de la evidencia de la investigación respalda los medicamentos estimulantes y el manejo del comportamiento. Estos tratamientos no curan las causas biológicas subyacentes, pero son eficaces para reducir los síntomas relacionados y las deficiencias funcionales (Schultz & Evans, 2015).

Videojuegos en educación y diagnóstico

Los videojuegos permiten la inmersión del jugador en ambientes ricamente recreados con un costo relativamente bajo. Las experiencias de las actividades en el juego pueden ser compartidas con pares reales y monitoreadas por instructores para compensar la falta de intervención humana directa. Además, el proceso puede ser divertido y atractivo para los niños (Holbert & Wilensky, 2019). Los videojuegos no solo ofrecen ventajas para educar y entretener, también pueden servir como herramientas de diagnóstico psicológico y médico (Gentry et al., 2019).

Sin embargo, las personas con TDAH pueden concentrarse durante largos períodos de tiempo en actividades que disfrutan, un fenómeno conocido como “hiper-concentración” (Ashinoff & Abu-Akel, 2019). Los videojuegos son, por tanto, una buena oportunidad para incrementar el compromiso con las intervenciones terapéuticas. Además, la gamificación es una estrategia útil

para mejorar el compromiso y la motivación de los pacientes con determinadas intervenciones terapéuticas, como el entrenamiento cognitivo (Lumsden et al., 2016).

Uno de los atractivos de utilizar videojuegos es la posibilidad de recibir recompensas a medida que el usuario logra algún hito específico. Las experiencias gratificantes conducen a la liberación de neuro-moduladores (como la dopamina) que influyen en la plasticidad estructural dentro del cerebro. Por lo que, con una repetición suficiente, se refuerzan los circuitos y vías, cuya activación conduce a la recompensa (Pigott et al., 2013).

Además, los videojuegos se han utilizado desde los últimos años como buenas herramientas complementarias a la evaluación neuropsicológica clásica o computarizada, debido a una mayor validez ecológica. Los videojuegos con información neurobiológica se han introducido recientemente como posibles intervenciones para mejorar los síntomas del TDAH (Mishra et al., 2016; Ziegler et al., 2019), destacando las firmas neuronales de la supresión de distractores y la resolución de interferencias como objetivos útiles para la intervención. Los videojuegos poseen utilidad potencial como herramientas de entrenamiento cognitivo y pueden aumentar la motivación y la capacidad de aprender (Dovis et al., 2015).

Los enfoques de juegos para TDAH pueden tener tres focos (Craven et al., 2015): enfoque en la tarea (desempeño humano), educativo (midiendo habilidades) y seguimiento médico/clínico (realizando monitoreo para proporcionar terapias e informar resultados).

Trabajos relacionados

Existe abundante literatura sobre TDAH, y algunos trabajos incluyen componentes informáticos para su evaluación, pero muy pocos lo realizan con un enfoque basado en videojuegos. A continuación, se reseñan algunos trabajos relacionados con el tema investigado.

Klingberg et al. (2005) desarrollaron un entrenamiento computarizado de la memoria de trabajo en niños con TDAH. Su aplicación muestra que la memoria puede ser mejorada, al igual que la inhibición y razonamiento de respuestas.

Por su lado, Lawrence et al. (2002) evaluaron la inhibición de comportamiento y funciones ejecutivas en niños con TDAH por medio de videojuegos orientados a destrezas motoras y aventuras con demandas cognitivas.

Anton et al. (2009), propusieron una intervención basada en realidad virtual para el TDAH, proporcionando una herramienta terapéutica de alta validez.

De igual forma, Hashemian & Gotsis (2013) desarrollaron un prototipo de juego para niños de 6-8 años con TDAH, donde juegan con un joven dragón mientras repiten actividades que se centran en fortalezas/debilidades específicas, reportadas en categorías de diagnóstico de TDAH.

Craven et al. (2015), por su lado, incorporan una prueba psicométrica de rendimiento continuo (CPT) en una aplicación móvil, para permitir la medición de los tres dominios de síntomas de TDAH, presentando una secuencia de letras de manera pseudo-aleatoria con respuestas a través de pantalla táctil.

En Peñuelas-Calvo et al. (2020) se revisaron evidencias sobre herramientas de evaluación e intervenciones basadas en videojuegos para niños con TDAH. Las herramientas analizadas en ese estudio fueron efectivas para identificar tanto casos de TDAH como subtipos de TDAH.

El trabajo desarrollado en este artículo se diferencia en utilizar un videojuego como mecanismo de recolección de indicadores acerca de memoria a corto plazo, atención sostenida, acatar normas, toma de decisiones y asociaciones, con el objetivo de apoyar el diagnóstico de TDAH.

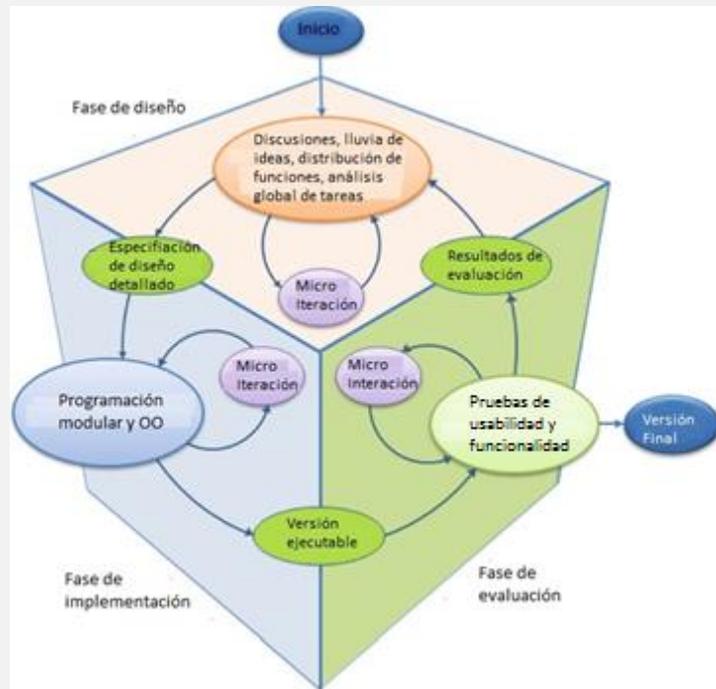
Metodología

Para desarrollar el videojuego se tuvieron en cuenta los siguientes requerimientos: el videojuego debe estar orientado a niños con edad entre 7-10 años, debe ser un juego de un solo jugador, tener una historia lineal controlada, para asegurar el mismo argumento durante toda la sesión de juego, la interacción del usuario se basa en clics del ratón o toques en una pantalla táctil y debe registrar las interacciones del usuario.

La metodología utilizada para el desarrollo del videojuego incluyó los pasos mostrados en la Figura 1, y está basada en Gongsook et al. (2014).

Figura 1

Proceso de desarrollo del videojuego



Nota: Adaptado de Gongsook et al. (2014).

Durante la fase de diseño, se aplicó el diseño participativo (Yip et al., 2017) para obtener un listado de funcionalidades por medio de discusiones y lluvias de ideas entre el grupo de desarrollo. También, se utilizó un enfoque de diseño centrado en el usuario (Still & Crane, 2017), donde se observan y entrevistan a usuarios potenciales del videojuego para determinar los requerimientos del producto. Además, se consultó una empresa experta en desarrollo de videojuegos, la cual capacitará al grupo de desarrollo y lo ayudará a definir los personajes y ambientes gráficos del videojuego.

El juego consta de varios niveles diseñados para retener el interés del niño durante una única sesión de juego, de aproximadamente 20 minutos. Cada nivel aplica más de una prueba de diagnóstico.

Se planteó una historia que diera coherencia y unidad al videojuego a través de todos sus niveles, los cuales se deben resolver de una manera secuencial. Se utilizó la estructura narrativa del monomito de Campbell (2008), como marco subyacente. Esta estructura narrativa se encuentra

en la mitología y los cuentos de hadas, y describe el viaje arquetípico de un "héroe". Campbell divide este viaje en 17 etapas, aunque se pueden agrupar en tres bloques principales: Partida, Iniciación y Regreso. Específicamente el videojuego tiene como personaje principal un niño que para salvar la vida de su hermana debe recolectar diversos objetos en diferentes ambientes naturales.

Luego, se diseñó cada nivel para que tuviera un propósito de diagnóstico y se adaptó en una sola historia con diferentes retos y desafíos que incluyen movimientos del personaje, pero también pruebas entre niveles. Este proceso necesitó de varias micro-iteraciones para ajustar que cada nivel funcionara con los otros niveles.

La fase de implementación se centró en las técnicas de implementación del juego. Se seleccionó Construct 2.0 (Scirra, 2020) como editor del videojuego, la cual es una herramienta para el desarrollo de videojuegos 2D, basada en HTML5, con múltiples beneficios, como su fácil aprendizaje a partir de bloques de programación, sin escribir líneas de código (pero con posibilidad de agregar código modular y OO), generación de aplicaciones móviles, e incorporación de recursos gráficos, sonoros y animados, entre otros.

En la fase de evaluación, se obtuvo una retroalimentación sobre el uso del videojuego. Para ello, se definió un protocolo de realización de la prueba con estudiantes de un colegio, cuyo psicólogo tenían información sobre posibles niños con el trastorno estudiado, sus actividades favoritas y dificultades. Luego, se planificó una sesión de prueba con la participación del psicólogo. Cuando todo estuvo configurado, se inició la prueba, la cual tomó alrededor de 20 minutos. En este artículo no se presentan resultados acerca de la evaluación realizada.

Dentro de cada fase hubo micro-iteraciones, adaptadas de un modelo de proceso de software iterativo e incremental (Tilloo, 2013). Una micro-iteración no es solo una pequeña versión iterativa de la fase, sino que se centra más en un proceso colaborativo donde se aclaran conceptos, se permiten cambios y se detectan defectos no deseados antes de que pasen a una fase de desarrollo siguiente.

Descripción del videojuego propuesto

Durante la etapa de diseño del videojuego se elaboró el marco teórico del trabajo, principalmente relacionado con el desarrollo de videojuegos, el TDAH y las pruebas que permiten realizar su evaluación. Las pruebas diseñadas están orientadas a evaluar las siguientes características del TDAH:

Memoria a corto plazo: Capacidad del niño de retener lo aprendido durante varios minutos o el conocimiento que se está utilizando en el momento.

Atención sostenida: Capacidad de atender a algo durante un periodo de tiempo prolongado.

Acatar las normas: Consiste en la aceptación del jugador de las normas implantadas. Se le dan órdenes al jugador y se debe verificar que las cumple.

Impulsividad/Toma de decisiones: Se caracteriza por la falta de autocontrol y realizar tareas sin pensar en las consecuencias.

Pensamiento crítico/Asociación: Es la capacidad de resolver problemas intentando diferentes opciones para llegar a un objetivo.

Las pruebas de evaluación del TDAH diseñadas abordaron las características del TDAH mencionadas. Estas pruebas están basadas en Contreras y González (2014):

Prueba 1. “Concéntrate”: Evalúa el nivel de atención sostenida; es decir, la capacidad de atender a algo durante un periodo prolongado de tiempo.

Prueba 2. “Laberinto”: Evalúa la persistencia a la hora de resolver situaciones que conllevan problemas, intentando, a través de diferentes opciones, llegar a un objetivo.

Prueba 3. “Excavación”: Consiste en avanzar destruyendo la tierra debajo del personaje, esquivando enemigos y recolectando puntos. Esta prueba alienta la resolución de problemas, análisis del entorno, manejo del tiempo, concentración y toma de decisiones.

Prueba 4. “Encontrar elementos ocultos”: Consiste en identificar objetos ocultos. Esta prueba alienta la concentración, cumplimiento de objetivos, manejo del tiempo y asociación de objetos.

Prueba 5. “Asociar elementos multimedia”: Consiste en seleccionar elementos con su información asociada (sonido, texto e imágenes) y relacionarlos con un objeto correcto. Apoya la

concentración, memoria, manejo del tiempo y fortalece la asociación de elementos visuales y auditivos.

Prueba 6. “Parejas ocultas”: Evalúa la memoria a corto plazo y la atención sostenida.

Prueba 7. “Test de memoria”: Evalúa si se tiene la capacidad de retener información aprendida por tiempos cortos.

Prueba 8. “Aceptación de normas”: Evalúa la aceptación ante las normas implantadas. Consiste en dar órdenes al jugador durante el recorrido y verificar que las vaya cumpliendo.

Las pruebas permiten extraer la información necesaria para evaluar el TDAH, a medida que el niño interactúa con el videojuego, para así generar posibles consejos y recomendaciones.

La Tabla 1 relaciona las características abarcadas por las pruebas anteriores, algunas de las recomendaciones que se generan a partir de estas, en qué pruebas del videojuego se aplican y la acción correspondiente en el videojuego.

Tabla 1

Características del TDAH

Característica	Recomendación	Pruebas	Acción en juego
Memoria a corto plazo	Actividades de asociación, como asociar palabras con imágenes y repetición de acciones.	Pruebas 6 y 7	Conjunto de cartas ubicadas boca abajo, que el jugador selecciona en parejas para encontrar imágenes iguales.
Atención sostenida	Ejercicios de lectura y concentración; definir metas en tiempos determinados, intercalando periodos cortos de descanso.	Pruebas 1, 3, 4 y 6, y jugabilidad en los tres niveles	Presenta obstáculos que afectan la continuidad del juego, como caídas, enemigos y objetos que hacen daño al personaje; identificación de objetos ocultos.
Impulsividad/ Toma de decisiones	Resolución de problemas, alentando a enfocarse en objetivos que traigan recompensas.	Prueba 2 y jugabilidad en los tres niveles	Avanzar a través de diferentes terrenos, esquivando enemigos y recolectando puntos.
Acatar las normas	Recuerdo de normas. Si se incumplen deben ser corregidas y se premia su cumplimiento.	Pruebas 6 y 7	Se imparten órdenes al jugador durante el recorrido. Se verifica si se cumplen.

Característica	Recomendación	Pruebas	Acción en juego
Pensamiento crítico/ Asociación	Resaltar la recompensa por los logros obtenidos y guiar a través de las actividades.	Prueba 5	Seleccionar objetos iguales y asociación de objetos con sonidos y texto.

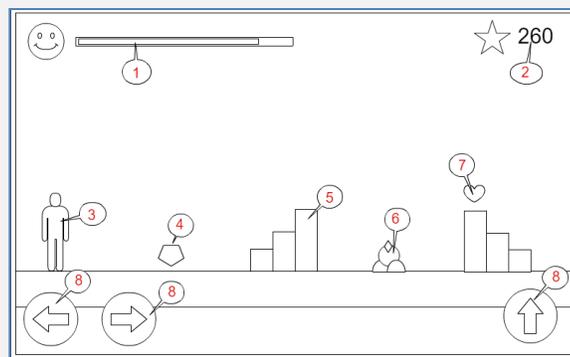
Nota: Elaboración propia.

El videojuego se implementó utilizando la herramienta Construct 2 (Scirra, 2020), un framework de desarrollo de videojuegos que posee un entorno gráfico para crear eventos, acciones y funciones de manera rápida y sencilla.

La distribución de los elementos de la pantalla del videojuego desarrollado se realizó utilizando el diseño mostrado en la Figura 2.

Figura 2

Diseño de la interfaz del videojuego



Nota: Elaboración propia.

En la parte superior, a la izquierda, elemento (1), se encuentra una barra que muestra el tiempo de vida del personaje. En la parte superior derecha, elemento (2), se muestra el puntaje actual obtenido. A la izquierda se encuentra el personaje, elemento (3), que hay que trasladar por diferentes escenarios para lograr los diferentes objetivos del juego. El juego cuenta con diferentes elementos que el jugador debe obtener, saltar o eludir como diamantes (elemento 4), plataformas (elemento 5), enemigos (elemento 6) y corazones (elemento 7). El juego cuenta con controles de movimiento para trasladar el personaje hacia la izquierda, derecha y realizar saltos (elemento 8).

Una parte fundamental en los sistemas gamificados es identificar y diseñar las diferentes dinámicas, mecánicas y componentes que tiene un videojuego (Werbach & Hunter, 2012). Las dinámicas definen los patrones sobre cómo el juego y los jugadores evolucionarán a lo largo del tiempo. Los jugadores tendrán diferentes objetivos, y un buen juego manipulará estos objetivos, utilizando la dinámica apropiada (Herranz, 2013). En este orden de ideas, las dinámicas definidas para el videojuego fueron:

Narrativa: El personaje pasa por niveles con diferentes escenarios; por ejemplo, nieve, playa, mar y selva. En cada nivel, el jugador debe avanzar por medio de los botones de izquierda, derecha y salto. Cada nivel contiene una serie de pruebas que ayudan a diagnosticar el grado de TDAH.

Progresión: Cuando el jugador supera un determinado nivel, acumula sus puntos por dicho logro y pasa al siguiente nivel.

Reglas: a) El jugador debe evadir diferentes enemigos que surjan en el transcurso del videojuego (animales, monstruos, pulpos, estacas, etc.). b) El jugador debe evadir diferentes obstáculos que aparecen en cada nivel (precipicios, abismos, rocas, etc.). c) El jugador debe acumular objetos que permitan incrementar su puntaje y tiempo de vida (diamantes, etc.). d) El jugador debe resolver las diferentes pruebas que se presenten en cada nivel. e) El jugador debe encontrar y habilitar u oprimir algunos artefactos para poder avanzar dentro de los niveles del videojuego.

De otro lado, las mecánicas son un conjunto de acciones, comportamientos y mecanismos de control que se le ofrecen al jugador dentro del contexto del juego (Cortizo et al., 2011). Las mecánicas específicas definidas para el videojuego fueron desafíos y retroalimentación:

Desafíos: El videojuego requiere que el jugador evada constantemente obstáculos en cada nivel, a medida que realiza cada recorrido. A su vez, cada nivel cuenta con diferentes pruebas para evaluar el grado de atención del jugador. A medida que el juego avanza, los desafíos aumentan de complejidad, debido al incremento de la velocidad de los enemigos.

Retroalimentación: Al finalizar el videojuego se muestra una breve descripción del grado de atención realizado por el jugador y algunas recomendaciones para tener en cuenta, en aras de mejorar su grado de atención.

Los componentes, por su lado, son elementos concretos o instancias específicas asociadas a las dinámicas y mecánicas anteriores, pudiendo variar de tipo y de cantidad. Los componentes específicos definidos para el videojuego fueron:

Personaje: Niño disfrazado que recorre los diferentes niveles del videojuego.

Enemigos: Personajes que obstaculizan el recorrido del personaje en los diferentes niveles. Entre los enemigos se encuentran animales como pingüinos, arañas, murciélagos, peces, criaturas voladoras y marinas, monstruos, flores carnívoras, indios, enmascarados, y objetos como estacas que descienden y estacas afiladas en el suelo. En el videojuego existen enemigos que pueden permanecer estáticos (no se mueven) o son dinámicos (tienen un recorrido predefinido). Al contactar un enemigo, el tiempo de vida del jugador disminuye.

Obstáculos: Son estructuras que impiden el recorrido normal del personaje. El videojuego cuenta con obstáculos como abismos, cámaras con techos que descienden, árboles, arbustos, bloques voladores, plataformas, terraplenes, etc. Al contactar con algunos de estos obstáculos, el tiempo de vida del jugador disminuye.

Artefactos: Son colecciones de objetos que al ser recolectados aumenta el puntaje obtenido por el personaje o habilitan el avance en el recorrido. El videojuego cuenta con artículos como diamantes, burbujas, cajas, estrellas, puertas, palancas, etc. También, se presentan artefactos que son señales que orientan el recorrido del personaje.

Barra de vida: Barra superior del videojuego que mide el tiempo de vida del personaje.

Puntaje: Valor numérico que calcula el puntaje total obtenido por el jugador en el videojuego.

Pruebas: Tableros con juegos específicos para determinar el grado de atención del jugador.

El videojuego está compuesto por tres niveles, cada uno con un conjunto de pruebas, con el fin de extraer datos del comportamiento del jugador y generar reportes específicos sobre el diagnóstico del TDAH. Los tres niveles se desarrollan en ambientes distintos donde el jugador debe cumplir diversos objetivos realizando diferentes acciones.

El videojuego comienza con una pantalla inicial donde el usuario puede generar una nueva partida, cargar una partida previamente guardada o consultar el reporte de diagnóstico de juegos anteriores.

El nivel 1 transcurre en la nieve. Se ejecutan acciones como: adelante, atrás, saltar, esquivar enemigos, recoger objetos, moverse por plataformas, seguir señales, mover objetos y pasar puentes. Este nivel incluye las pruebas 1, 2 y 3. La Figura 3 muestra una vista gráfica del nivel 1 del videojuego.

Figura 3

Vista del nivel 1 del videojuego



Nota: Elaboración propia.

El nivel 2 transcurre en la playa y en el mar. En dicho nivel se ejecutan acciones como: encontrarse con personajes, bucear, esquivar criaturas marinas, recoger diamantes, saltar plataformas, recoger burbujas y activar puertas. Incluye las pruebas 4, 5 y 6. La Figura 4 muestra una vista gráfica del nivel 2 del videojuego.

Figura 4

Vista del nivel 2 del videojuego



Nota: Elaboración propia.

El nivel 3 transcurre en la selva, donde se pueden ejecutar acciones como esquivar enemigos, trepar árboles, recoger objetos y entrar a cuevas. Este nivel incluye las pruebas 7 y 8. La Figura 5 muestra una vista gráfica del nivel 3 del videojuego.

Figura 5

Vista del nivel 3 del videojuego



Nota: Elaboración propia.

Cada nivel cuenta con un conjunto de pruebas que permite evaluar el grado de TDAH del jugador. Una vez se finaliza el videojuego, se obtiene una pantalla de resultados, los cuales se dividen por prueba, mostrando el puntaje (fallos) y tiempo de cada prueba. A su vez, se genera una recomendación asociada y la descripción del resultado.

El diagnóstico de TDAH se realiza a partir de los aciertos/fallos obtenidos en las diferentes pruebas realizadas durante el videojuego. En la Tabla 2 se presenta el diagnóstico emitido con base en el puntaje obtenido.

Tabla 2

Diagnóstico de TDAH con base en el puntaje obtenido

Prueba	Puntaje: Diagnóstico
Concéntrese	Alto: El niño tiene leves problemas para retener las lecciones aprendidas y su capacidad de concentrarse no es buena. Bajo: El niño tiene un buen nivel para retener lo aprendido y es capaz de concentrarse por prolongados periodos de tiempo.
Laberinto	Alto: El niño presenta dificultad al trazar un objetivo y plantear sus posibles soluciones; su manera de explorar diferentes soluciones no es totalmente buena y posiblemente no realiza pausas para fijar nuevas metas. Bajo: El niño encuentra la solución a problemas de forma sencilla, tiene claridad sobre lo que está haciendo y evalúa correctamente las diferentes soluciones.
Excavación	Alto: El niño tiene un nivel alto de impulsividad, ya que ejecuta las tareas de forma incontrolada y, por ende, comete muchos errores. Bajo: El niño tiene un nivel de impulsividad bajo, ya que ejecuta la tarea de forma pausada y concentrada cometiendo un mínimo número de errores.
Test de memoria	Alto: El niño presenta un déficit de memoria a corto plazo, ya que es incapaz de recordar hechos recientes o retener conocimientos aprendidos en lapsos cortos de tiempo. Bajo: El niño presenta un buen nivel de memoria a corto plazo, ya que es capaz de almacenar gran cantidad de información en lapsos cortos de tiempo.
Aceptación de normas	Alto: El niño tiende a no acatar lo que se le dice, no respeta las reglas impuestas. Bajo: El niño tiende a acatar lo que se le dice que haga, respetando las reglas impuestas.

Nota: Elaboración propia.

Con base en los resultados obtenidos, el videojuego también genera un conjunto de reportes con recomendaciones finales para cada prueba, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3

Recomendación sobre TDAH con base en el puntaje obtenido

Prueba	Puntaje: Recomendación
Concéntrese	Alto: Se recomienda que los padres o el tutor del niño diversifiquen las tareas de los niños; marcar pequeños descansos, debido a que los cambios ayudan a iniciar diferentes procesos de atención; fijar nuevas metas con nuevos recursos, y así el niño podrá mantener la concentración por más tiempo. Bajo: El niño debe continuar con su comportamiento habitual.
Laberinto	Alto: El niño debe aumentar su nivel de retención de memoria y atención prolongada. Para ello, es recomendable realizar ejercicios de lectura, concentrarse en un sonido constante, como el canto de un ave o sonidos particulares que llamen su atención; debe trazar metas y objetivos con tiempos determinados, dando periodos cortos de descanso para relajar la mente. Bajo: El niño debe seguir con su comportamiento habitual.
Excavación	Alto: El niño debe aumentar su tolerancia y espera, debe implementar ejercicios de respiración profunda y sostenida. Bajo: Para seguir mejorando la resolución de problemas se recomienda continuar con métodos de resolución, como problemas matemáticos y rompecabezas.
Test de memoria	Alto: Para mejorar la memoria a corto plazo se recomiendan actividades de asociación, como asociar palabras con imágenes, rimar palabras que se quieran aprender y repetir las palabras que se quieren memorizar. Bajo: El niño debe continuar aplicando patrones de aprendizaje implementados hasta el momento, porque no presenta ningún déficit en esta área.
Aceptación de normas	Alto: Se deben ejecutar las normas todos los días, una a una; se recomienda premiar el cumplimiento de estas. Bajo: El niño debe seguir con los patrones de aprendizaje implementados hasta el momento.

Nota: Elaboración propia.

Resultados

Los resultados se presentarán con base en las fases de diseño, implementación y evaluación, y micro-iteraciones presentados en la sección de metodología.

Fase de diseño

El objetivo de esta fase fue realizar un diseño del videojuego que fuera divertido y atractivo para los niños. Para cumplir este propósito, se utilizó el diseño participativo, donde diferentes partes interesadas estuvieron involucradas en diferentes etapas del proceso de diseño, integrando conocimientos provenientes de diferentes perspectivas (es decir, expertos en salud, diseñadores y niños). Desde esta perspectiva, el diseño propuso a los miembros del equipo de desarrollo como facilitadores encargados de habilitar las condiciones para expresar los requisitos y estructurar, articular y traducir teorías, ideas y propuestas en elecciones concretas de diseño.

También, se utilizó el diseño centrado en el usuario. Un aspecto inicial que se determinó durante el diseño fue el patrón de interacción de los jugadores que se usa comúnmente en los juegos (es decir, jugador vs juego, jugador contra jugador, juego cooperativo, competencia en equipo, múltiples jugadores vs juego, etc.). Se eligió el patrón “jugador único vs juego”, debido a que hace la historia más simple, facilita la concentración y tiene una baja utilización de recursos informáticos. Con respecto a las características del TDAH, el jugador único tiene más tiempo para comprender la atmósfera, los personajes y el entorno dentro del mundo del videojuego.

Otro aspecto fundamental que se tuvo en cuenta fueron los elementos que constituyeron los elementos de gamificación (componentes, mecánicas y dinámicas), los cuales se definieron en colaboración con expertos para garantizar la correcta aplicación de conceptos de gamificación.

Los componentes, dinámicas y mecánicas del juego fueron consistentes y lógicos, ya que las brechas repentinas en la coherencia y la lógica pueden tener un efecto discordante y un impacto negativo en la inmersión. Las acciones básicas del juego, como los saltos, el movimiento y la capacidad de interactuar con los entornos, deben coincidir con la lógica interna de los mundos del juego (Adams & Rollings, 2014).

El videojuego incluyó tanto objetivos transversales (que se aplican en todos los niveles del juego, por ejemplo, recolectar objetos, esquivar enemigos, etc.) como objetivos específicos (propios de cada nivel y que se implementan de forma progresiva).

Fase de implementación

La implementación se realizó por medio de la herramienta Construct, 2 donde se generaron animaciones, hojas de evento, archivos de audio, *layouts* y texturas.

La cantidad de animaciones desarrollada fue de 93 y capturan los movimientos del jugador, enemigos y objetos del videojuego.

Las hojas de eventos fueron tres, una principal para la organización global del juego, y dos hojas de eventos para las diferentes pruebas. En las hojas de eventos definidas se establecieron los movimientos del jugador, de los enemigos, acciones que realiza el jugador, cada prueba específica y los puntos finales obtenidos.

Los archivos de audio fueron veintiuno con diferentes formatos, como ogg y m4a, para generar sonidos de acuerdo con las diferentes acciones que realice el jugador, los objetos y enemigos en el videojuego.

Se definieron tres *layouts* que son espacios donde se ubican los diferentes objetos del juego. En ellos transcurre la acción del juego y se utilizan para definir los diferentes niveles del juego, menús, pantallas de título, etc. Los *layouts* consisten en varias capas que permiten que los objetos se agrupen en frente o detrás de otros.

Las texturas fueron catorce, las cuales conforman mosaicos de fondos repetidos a partir de una imagen.

Fase de evaluación

Como el videojuego se diseñó para niños de 7 a 10 años se seleccionaron niños de un colegio dentro de ese rango de edad, con dos estudiantes por cada curso, para un total de ocho niños. El período de evaluación tomó 4 horas máximo. Cada niño realizó la prueba con una duración máxima de 20 minutos, sin incluir explicaciones iniciales e intentos de prueba. Las pruebas se realizaron en un computador, usando teclas (ideal) y sin ratón. Al finalizar la prueba, se registraron los resultados finales obtenidos por cada niño, con tiempos, intentos, diagnóstico y recomendaciones.

También, se realizó una corta encuesta para evaluar la jugabilidad y usabilidad del videojuego. La encuesta se basó en los criterios definidos en Read (2008) y Zurita-Ortega et al. (2018), donde se solicita a los niños que califiquen la experiencia general del juego para cada nivel y aspectos de jugabilidad y usabilidad en una escala Likert de cinco puntos, donde los valores estaban representados por medio de caritas.

Luego, se procedió a la respectiva tabulación y análisis de los datos recolectados, utilizando un software estadístico, y se generó el informe final del estudio.

Micro-iteraciones

Las micro-iteraciones permitieron refinar y mejorar el juego, a través de la identificación de errores e inconsistencias, evitar los aspectos inacabables del juego y garantizar que el juego fuera agradable, atractivo y cumpliera con sus propósitos.

En la fase de diseño, el modelo de diseño participativo incluyó recopilar requisitos, comunicarlos y presentarlos a los miembros del equipo, obtener sus comentarios y conciliarlos en discusiones abiertas. En la fase de implementación, los programadores presentan un mini-juego usable al equipo, utilizando prototipos rápidos. Las micro-iteraciones en esta fase permiten presentar pruebas de concepto y discutir soluciones a problemas potenciales. En la fase de evaluación, se utilizaron las micro-iteraciones para cumplir los requisitos de usuario, identificando posibles mejoras a partir del uso del videojuego.

Discusión

Los videojuegos han demostrado tener potencial para ayudar en la atención médica infantil. Las herramientas de evaluación basadas en videojuegos permiten identificar casos y tipos específicos de TDAH. Algunos videojuegos incluyen intervenciones terapéuticas y ayudan a mejorar las áreas cognitivas y disminuir los síntomas del TDAH (Peñuelas-Calvo et al., 2020).

Las herramientas de evaluación basadas en videojuegos pueden ayudar a complementar los enfoques tradicionales. Como pueden existir brechas en el seguimiento a los pacientes con TDAH en los sistemas de salud públicos, estas herramientas informáticas surgen como alternativas para

una aproximación inicial a evaluaciones clínicas especializadas. Además, se requiere de un trabajo colaborativo entre desarrolladores de software y especialistas del sector de la salud.

Funciones ejecutivas del videojuego

El propósito de este videojuego fue evaluar algunas características del TDAH, como la memoria a corto plazo, la atención sostenida, la impulsividad, el acatamiento de órdenes y la asociación de ideas.

Con respecto a la memoria a corto plazo, el TDAH implica un retraso en la recuperación de la memoria de los objetos y, en particular, de su ubicación espacial. Las pruebas del videojuego están orientadas a que el niño utiliza este tipo de memoria de trabajo para recordar textos, sonidos y localizaciones espaciales de objetos.

La falta de atención sostenida se evidencia por la fácil distracción y la imposibilidad de mantener la concentración en intervalos largos de tiempo. La corta duración de los niveles y pruebas del videojuego no permiten sacar afirmaciones concluyentes sobre este tipo de TDAH. Sin embargo, el videojuego utiliza elementos como la exploración de los entornos, la búsqueda y localización de objetos y cierto grado de concentración para evaluar dicha atención sostenida.

La impulsividad asociada hace que el niño responda rápidamente a situaciones, sin esperar a que se completen las instrucciones o apreciar adecuadamente lo que se requiere en el entorno. Los diferentes niveles del videojuego presentan situaciones con obstáculos que el niño debe evaluar previamente y tomar la decisión adecuada para superarlos.

El no acatamiento de órdenes implica desinhibiciones conductuales cuando a los niños se les proporcionan actividades competitivas y altamente gratificantes. Al formular reglas, el niño puede construir cadenas de comportamiento nuevas, complejas y prolongadas. Los niveles del videojuego están orientados a esta característica mediante recorridos en diferentes entornos donde se deben alcanzar logros específicos para seguir avanzando.

Con respecto al pensamiento crítico/asociación, este concepto se relaciona con la definición de estrategias para afrontar determinadas situaciones, resolver problemas, organizar elementos y planear acciones, etc. Los niveles del videojuego propuesto plantean ejercicios

relacionados con estos temas, donde el jugador debe analizar información, tomar decisiones y resolver problemas.

Comparación con otros trabajos relacionados

En la Tabla 4 se presenta una comparativa entre diferentes estudios sobre videojuegos orientados al diagnóstico del TDAH, similares al presentado.

Tabla 4

Comparativa de videojuegos orientados al diagnóstico del TDAH

Estudio	Plataforma/niveles/interacción	Comparador/Cuestionario	Método de evaluación
Berger et al. (2017)	PC / Juego multinivel / Jugador vs juego	CPT II de Corner	Tareas CPT para valorar atención, impulsividad, hiperactividad y tiempo de reacción.
Faraone et al. (2016)	PC / Juego multinivel / Jugador vs juego	CPT II de Corner	Tareas Ir/No ir con distractores para valorar atención, impulsividad, hiperactividad y funciones ejecutivas.
Heller et al. (2013)	PC / Juego multinivel / Jugador vs juego	Diagnóstico clínico	Tareas Ir/No ir con distractores para valorar atención, impulsividad, hiperactividad y funciones ejecutivas.
Lawrence et al. (2002)	Consola / Juego multinivel / Jugador vs juego	Diagnóstico clínico	Tareas con distractores para valorar atención, impulsividad, hiperactividad y funciones ejecutivas (memoria de trabajo, toma de decisiones).
Anton et al. (2009)	Realidad virtual / Juego multinivel / Jugador vs juego	Diagnóstico clínico	Evaluación inicial y final centrada en evaluación del comportamiento, habilidades cognitivas y diagnóstico familiar.
Craven et al. (2015)	Pantalla táctil / Juego multinivel / Múltiples jugadores vs juego	CPT II de Corner	Tareas CPT con distractores para valorar la atención, tiempo de reacción e impulsividad.
Hashemian & Gotsis (2013)	PC / Juego multinivel / Jugador vs juego	Diagnóstico clínico	Tareas con distractores para valorar la atención, impulsividad e hiperactividad.

Estudio	Plataforma/niveles/interacción	Comparador/Cuestionario	Método de evaluación
Méndez et al. (2015)	PC / Juego multinivel / Jugador vs juego	Diagnóstico clínico	Tareas para valorar la aversión a la postergación, anticipación, sincronización y reproducción temporal.
Estudio realizado	PC-App / Juego multinivel / Jugador vs juego	Diagnóstico clínico	Tareas para evaluar la memoria a corto plazo, atención sostenida, impulsividad/toma de decisiones, acatar las normas y pensamiento crítico/asociación.

Nota: Elaboración propia.

La mayoría de los estudios están orientados a PC, excepto Lawrence et al. (2002), Anton et al. (2009) y Craven et al. (2015) que se implementaron para consola, realidad virtual y pantalla táctil, respectivamente. Todos los estudios son juegos multinivel y tienen como modo de interacción “jugador vs juego”, excepto Craven et al. (2015) que es multijugador, pero más parecido a una red social, que jugadores compitiendo entre sí.

Berger et al. (2017), Faraone et al. (2016) y Craven et al. (2015) utilizan la prueba de desempeño continuo (*Continuous Performance Test - CPT*) para medir las funciones ejecutivas del participante. En el CPT-II de Corner, los participantes deben presionar la barra espaciadora lo más rápido posible cuando aparece cualquier letra que no sea la X en la pantalla; mientras deben inhibirse cuando aparece la letra X. Mientras que, Faraone et al. (2016) y Heller et al. (2013), utilizan tareas Ir/No ir para evaluar las funciones ejecutivas.

La gran mayoría de estudios probaron la capacidad diagnóstica de la evaluación basada en videojuegos, comparándola con un diagnóstico clínico como el estudio realizado. Mientras que otros emplearon un cuestionario validado como estándar.

El videojuego desarrollado es similar al propuesto por Lawrence et al. (2002), donde una pequeña figura animada debe sortear con éxito varios peligros que ocurren mientras se mueve por un camino en la jungla para llegar a un punto de control designado, trabajando en dos dimensiones: carga de memoria de trabajo y distracción, ambas con categorizaciones de alta y baja. Las categorizaciones son similares a las definidas en este estudio.

El trabajo de Hashemian & Gotsis (2013) es también similar al videojuego presentado en este estudio, al pedir a los jugadores que memoricen una determinada secuencia de objetos

deseados para que puedan recuperarlos durante el juego. De esta manera, aumenta la capacidad de concentración y recuerdo de indicaciones visuales específicas a través de la atención enfocada. El videojuego desarrollado en este estudio incluye actividades similares de memorización y concentración, incluidas en las pruebas 1, 3, 6 y 7, relacionadas con la memoria a corto plazo y la atención sostenida.

Los videojuegos presentados por Faraone et al. (2016) y Heller et al. (2013) utilizan cubos y un tablero. Un cubo se utiliza como “mazo” para golpear objetivos que aparecen en otros cubos. El mazo debe ser movido por el jugador. El objeto es golpear el cubo cuando aparezca la imagen de una ardilla. A su vez, aparecen imágenes distractoras que deben evitarse. Este último comportamiento tiene funcionalidades similares en el estudio desarrollado.

El videojuego de Craven et al. (2015) indica a los jugadores que observen una secuencia de diferentes frutas, pero que toquen solo un cierto tipo (plátanos) e ignoren el resto. Los puntajes se otorgan a medida que avanza el juego, dependiendo del tiempo de reacción y se otorgan penalizaciones por selecciones incorrectas o pérdidas. Estas funcionalidades están implementadas en el estudio desarrollado en las pruebas 5, 6 y 7, relacionadas con el acatamiento de reglas y asociación.

Méndez et al. (2015) presentan cuatro videojuegos basados en naves espaciales, dinosaurios y dianas para valorar aspectos específicos del TDAH. El estudio desarrollado tiene funcionalidades similares relacionadas con el procesamiento temporal y el acatamiento de reglas.

El diagnóstico realizado al finalizar el videojuego desarrollado abarca más características del TDAH y puede orientar a los educadores en el control de la impulsividad de la inatención, mejorar la actitud hacia procesos de aprendizaje y a entender los diferentes tipos y evidencias necesarias para diagnosticar el TDAH en la población infantil.

Proceso de desarrollo

El desarrollo de un videojuego puede considerarse una aplicación de software, con la diferencia de que implica más actividades y roles en comparación con el software tradicional. Se requieren aún más restricciones en el proceso de desarrollo de un videojuego orientado al

diagnóstico que en un juego tradicional. Esto involucra una variedad de factores interactivos que deben conducir al cumplimiento de los objetivos de diagnóstico en un contexto dado.

Además, en comparación con el desarrollo de juegos de entretenimiento, el diseño de este tipo de videojuegos exige aún más la colaboración de un equipo heterogéneo, apoyándose en la competencia de diferentes profesionales, como psicólogos, terapeutas, diseñadores de juegos, diseñadores gráficos, etc.

Para el desarrollo del videojuego, se recomienda el uso de recursos narrativos (es decir, estructura narrativa, historia de fondo del juego, escenarios) para facilitar la obtención de requisitos y permitir enmarcar las contribuciones de niños y expertos en torno a objetivos e imaginarios comunes.

En el proceso de diseño, se deben en cuenta una serie de aspectos, en las áreas técnica, pedagógica y psicológica. Los aspectos técnicos basados en la ingeniería de software tienen como objetivo asegurar la funcionalidad técnica del juego. Los aspectos pedagógicos apuntan a implementar modelos de aprendizaje dentro del juego, de tal manera que el niño sea capaz de interpretar, procesar y almacenar información. Mientras que los aspectos psicológicos apuntan a identificar características cognitivas y pueden ser utilizados para desarrollar habilidades en los niños.

Valor agregado e implicaciones prácticas

El valor agregado del videojuego desarrollado estriba en ofrecer una herramienta de apoyo al diagnóstico del TDAH, incorporando niveles de juego atractivos y divertidos para los niños, a través de inmersiones en varios entornos gráficos, ejercicios de resolución de problemas, asignación de tareas y cumplimiento de objetivos. La herramienta apoya a los terapeutas y personal médico, involucrando a los sujetos en experiencias que provocan una variedad de respuestas emocionales y cognitivas que pueden ayudar a corroborar las pruebas profesionales. La combinación de enfoques lúdicos y terapéuticos puede ser un enfoque ideal para mejorar la motivación y aumentar el compromiso de los pacientes con TDAH.

Con respecto a las implicaciones prácticas del estudio, los videojuegos diseñados para intervenciones en problemas cognitivos pueden distribuirse en cualquier lugar donde residan los

clientes, con poco costo y esfuerzo. Además, es probable que los juegos estén asociados con menos estigma que los diagnósticos y terapias convencionales.

Por otro lado, el uso de videojuegos puede tener un gran impacto particular al poseer un inmenso potencial para ofrecer nuevas formas de pensamiento y comportamiento. Con este estudio se pretende abordar el TDAH desde una perspectiva prometedora con un enfoque lúdico que facilite su diagnóstico.

El desarrollo del videojuego también conllevó implicaciones éticas relacionadas con los niños y el desarrollo del videojuego. Con respecto a los niños, se debe tener en cuenta información de estos, la aprobación de las instituciones educativas o de salud, el consentimiento de los padres y garantizar la confidencialidad de los resultados. Con respecto al desarrollo del videojuego, el proceso incluyó una tarea desafiante, como el involucramiento de diferentes roles que conlleva a la definición de protocolos para definir cómo son los mecanismos de participación y decisión en cuestiones de diseño, ya que el equipo de desarrollo conoce los aspectos técnicos, pero desconoce el dominio particular del diagnóstico médico.

Conclusiones y trabajo futuro

La tecnología informática puede ser un medio alternativo para llevar a cabo pruebas y seguimiento a niños con TDAH. Las diferentes pruebas de diagnóstico ofrecidas por la literatura se pueden adecuar y enfocar en áreas específicas realizándose de una manera atractiva e interactiva. Por medio de aplicaciones móviles, se puede acceder a contenidos que apoyen procesos cognitivos en poblaciones vulnerables, lo que ayuda a los evaluadores a determinar estrategias y planificar acciones que apoyen su aprendizaje e inclusión social.

El juego se presenta como una alternativa viable que permite el aprendizaje cognitivo y motriz de los niños. El videojuego desarrollado puede ayudar a evaluadores a identificar áreas problemáticas que apoyen el diagnóstico y tratamiento de niños con TDAH. Está orientado a generar recomendaciones de diagnóstico para niños con TDAH de tipo inatención e impulsivo, el tipo hiperactivo no es abordado directamente. El videojuego tiene un enfoque orientado tanto a tareas específicas como al seguimiento médico/clínico.

Los hallazgos de este estudio tienen un carácter idiográfico describiendo un proceso de desarrollo de un videojuego para el diagnóstico del TDAH. Por tanto, no pueden considerarse generalizables.

Para el desarrollo de este tipo de videojuegos, se recomienda aplicar un proceso iterativo e incremental (micro-iteraciones), debido a que los requisitos de software se desconocen al inicio y se requiere una comunicación estrecha con el personal médico, para que a través de consensos se vayan definiendo los requisitos, y mediante entregas continuas se evalúen los prototipos e incrementos que se vayan desarrollando.

La fase de diseño se debe centrar en el usuario; la fase de implementación puede utilizar herramientas de desarrollo de software especializado en videojuegos, orientados a la web, que simplifiquen las tareas, propendan por el desarrollo ágil, sean muy visuales y extensibles; la fase de evaluación debe tener en cuenta aspectos éticos, y mediante técnicas basadas en la observación, encuestas y recolección de datos se valoran los resultados obtenidos.

Como trabajo futuro, los datos generados a partir de la ejecución del videojuego pueden alimentar a herramientas informáticas basadas en aprendizaje automático que permitan por medio de técnicas de clasificación realizar inferencias de diagnóstico más objetivas.

Referencias

- Adams, E., & Rollings, A. (2014). *Fundamentals of game design* [Fundamentos del diseño de juegos]. Pearson Education.
- Anton, R., Opris, D., Dobrean, A., David, D., & Rizzo, A. (2009). Virtual reality in rehabilitation of attention deficit/hyperactivity disorder The instrument construction principles [La realidad virtual en la rehabilitación del trastorno por instrum de atención / hiperactividad Los principios de construcción del instrumento]. *Virtual Rehabilitation International Conference*, 59-64. <https://www.doi.org/0.1109/ICVR.2009.5174206>
- Ashinoff, B., & Abu-Akel, A (2019). Hyperfocus: the forgotten frontier of attention [Hyperfocus: la frontera olvidada de la atención]. *Psychological Research*, 85, 1-19. <https://www.doi.org/10.1007/s00426-019-01245-8>

- Aziz, N. A. A., Aziz, K. A., Yusof, A. M., & Paul, A. (2012). Advanced learning tools for students with attention deficit hyperactivity disorder [Herramientas de aprendizaje avanzadas para estudiantes con trastorno por déficit de atención con hiperactividad]. *8th International Conference on Computing Technology and in Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSMIV formation Management (NCM and ICNIT)*, 2, 775-780. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6268606?arnumber=6268606>
- Barkley, R. A. (2014). *Attention-deficit hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment* [Trastorno por déficit de atención con hiperactividad: manual para el diagnóstico y el tratamiento]. Guilford Publications.
- Berger, I., Slobodin, O., & Cassuto, H. (2017). Usefulness and validity of continuous performance tests in the diagnosis of attention-deficit hyperactivity disorder children [Utilidad y validez de las pruebas de desempeño continuo en el diagnóstico de niños con trastorno por déficit de atención con hiperactividad]. *Archives Clinical Neuropsychology*, 32(1), 81-93. <https://www.doi.org/10.1093/arclin/acw101>
- Campbell, J. (2008). *The hero with a thousand faces* [El héroe de las mil caras]. New World Library.
- Contreras, E. C., y González, I. I. (2014). Desarrollo de habilidades cognitivas mediante videojuegos en niños de educación básica. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, (12), 1-19. <https://11.ride.org.mx/index.php/RIDSESECUNDARIO/article/download/789/771>
- Cortizo, J., Carrero, F., y Pérez, J. (2011). Gamificación y Docencia: Lo que la Universidad tiene que aprender de los videojuegos. *VIII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria 2011*. Universidad Europea de Madrid, Madrid, España.
- Craven, M. P., Simons, L., Gillott, A., North, S., Schnädelbach, H., & Young, Z. (2015). Evaluating a public display installation with game and video to raise awareness of attention deficit hyperactivity disorder [Evaluación de una instalación de exhibición pública con juegos y videos para crear conciencia sobre el trastorno por déficit de atención con hiperactividad]. *Human-Computer Interaction: Interaction Technologies*, 9170, 584-595. https://www.doi.org/10.1007/978-3-319-20916-6_54

- Dovis, S., Van der Oord, S., Wiers, R. W., & Prins, P. J. (2015). Improving executive functioning in children with ADHD: training multiple executive functions within the context of a computer game. A randomized double-blind placebo controlled trial [Mejora del funcionamiento ejecutivo en niños con TDAH: entrenamiento de múltiples funciones ejecutivas dentro del contexto de un juego de computadora. Un ensayo aleatorizado, doble ciego, controlado con placebo]. *PLoS ONE*, *10*(4), Artículo e0121651. <https://www.doi.org/10.1371/journal.pone.0121651>
- DSM-5. (2021). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* [Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales] (5a Ed.). <https://www.psychiatry.org/psychiatrists/practice/dsm>
- Faraone, S. V., Newcorn, J. H., Antshel, K. M., Adler, L., Roots, K., & Heller, M. (2016). The groundskeeper gaming platform as a diagnostic tool for attention-deficit/hyperactivity disorder: sensitivity, specificity, and relation to other measures [La plataforma de juego del jardinero como herramienta de diagnóstico para el trastorno por déficit de atención / hiperactividad: sensibilidad, especificidad y relación con otras medidas]. *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology*, *26*(8), 672-685. <https://www.doi.org/10.1089/cap.2015.0174>
- Gentry, S. V., Gauthier, A., Ehrstrom, B. L. E., Wortley, D., Lilienthal, A., Car, L. T., Dauwels-Okutsu, S., Nikolaou, Ch., Zary, N., Campbell, J., & Car, J. (2019). Serious gaming and gamification education in health professions: systematic review [Educación seria sobre juegos y gamificación en las profesiones de la salud: revisión sistemática]. *Journal of Medical Internet Research*, *21*(3), Artículo e12994. <https://www.doi.org/10.2196/12994>
- Gongsook, P., Peijnenborgh, J., Van der Spek, E., Hu, J., Bellotti, F., Berta, R., de Gloria, A., Curatelli, F., Martinengo, Ch., Rauterberg, M., & Hendriksen, J. (2014). Designing a serious game as a diagnostic tool [Diseñar un juego serio como herramienta de diagnóstico]. *International Conference on Games and Learning Alliance*, *9221*, 63-72. https://www.researchgate.net/publication/298371156_Designing_a_Serious_Game_as_a_Diagnostic_Tool
- Hashemian, Y., & Gotsis, M. (2013). Adventurous dreaming highflying dragon: A full body game for children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) [Dragón de vuelo de

- ensueño aventurero: un juego de cuerpo completo para niños con trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH)]. *Proceedings of the 4th Conference on Wireless Health*, 1-2. <https://www.doi.org/10.1109/ISMAR.2014.6948479>
- Heller, M. D., Roots, K., Srivastava, S., Schumann, J., Srivastava, J., & Hale, T. S. (2013). A machine learning-based analysis of game data for attention deficit hyperactivity disorder assessment [Un análisis basado en el aprendizaje automático de los datos del juego para la evaluación del trastorno por déficit de atención con hiperactividad]. *Games for Health: Research, Development and Clinical Applications*, 2(5), 291-298. <https://www.doi.org/10.1089/g4h.2013.0058>
- Herranz, E. (2013). Gamification [Gamificación]. *I Feria Informática*. Universidad Carlos III de Madrid, España.
- Holbert, N., & Wilensky, U. (2019). Designing educational video games to be objects-to-think-with [Diseñar videojuegos educativos para que sean objetos en los que pensar]. *Journal of the Learning Sciences*, 28(1), 32-72. <https://www.doi.org/10.1080/10508406.2018.1487302>
- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., Gillberg, C. G., Forsberg, H., & Westerberg, H. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD a randomized, controlled trial [Entrenamiento computarizado de la memoria de trabajo en niños con TDAH un ensayo controlado aleatorizado]. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 44(2), 177-86. <https://www.doi.org/10.1097/00004583-200502000-00010>
- Lawrence, V., Houghton, S., Tannock, R., Douglas, G., Durkin, K., & Whiting, K. (2002). ADHD outside the laboratory: Boys' executive function performance on tasks in videogame play and on a visit to the zoo [TDAH fuera del laboratorio: desempeño de la función ejecutiva de los niños en tareas de juegos de videojuegos y en una visita al zoológico]. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 30(5), 447-462. <https://www.doi.org/1023/a:1019812829706>
- Lumsden, J., Edwards, E., Lawrence, N., Coyle, D., & Munafò, M. (2016). Gamification of cognitive assessment and cognitive training: a systematic review of applications and efficacy [Gamificación de la evaluación cognitiva y el entrenamiento cognitivo: una

- revisión sistemática de aplicaciones y eficacia]. *JMIR Serious Games*, 4(2), Artículo e11. <https://www.doi.org/101981282970610.2196/games.5888>
- Mancera, L., Baldiris, S., Fabregat, R., Gomez, S., & Mejia, C. (2017). aTenDerAH: a videogame to support e-Learning students with ADHD [aTenDerAH: un videojuego para apoyar a los estudiantes de e-Learning con TDAH]. *2017 IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 438-440. <https://www.doi.org/10.1109/ICALT.2017.157>
- Mayer, R. E. (2019). Computer games in education [Juegos de computadora en la educación]. *Annual Review of Psychology*, 70, 531-549. <https://www.doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102744>
- Méndez, A., Martín, A., Pires, A. C., Vázquez, A., Maiche, A., González, F., & Carboni, A. (2015). Temporal perception and delay aversion: A videogame screening tool for the early detection of ADHD [Percepción temporal y aversión al retraso: una herramienta de detección de videojuegos para la detección temprana del TDAH]. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento (RACC)*, 7(3), 90-101. <https://core.ac.uk/download/pdf/80603242.pdf>
- Mishra, J., Sagar, R., Joseph, A. A., Gazzaley, A., & Merzenich, M. M. (2016). Training sensory signal-to-noise resolution in children with ADHD in a global mental health setting [Entrenamiento de la resolución sensorial de señal a ruido en niños con TDAH en un entorno de salud mental global]. *Translational Psychiatry*, 6(4), e781-e781. <https://www.doi.org/10.1038/tp.2016.45>
- Mojena-Wilce, Y., y Salcines-Talledo, I. (2021). Percepciones de los estudiantes de educación secundaria sobre el valor educativo de los videojuegos y su diseño como estrategia pedagógica. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (64), 5-40. <https://www.doi.org/10.35575/rvucn.n64a2>
- Peñuelas-Calvo, I., Jiang-Lin, L. K., Girela-Serrano, B., Delgado-Gomez, D., Navarro-Jimenez, R., Baca-Garcia, E., & Porrás-Segovia, A. (2020). Video games for the assessment and treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder: a systematic review [Videojuegos para la evaluación y el tratamiento del trastorno por déficit de atención / hiperactividad:

- una revisión sistemática]. *European Child & Adolescent Psychiatry*.
<https://www.doi.org/10.1007/s00787-020-01557-w>
- Pigott, H. E., Bodenhamer-Davis, E., & Davis, R. E. (2013). The evidence-base for neurofeedback as a reimbursable healthcare service to treat attention deficit/hyperactivity disorder [La base de evidencia para el neurofeedback como servicio de salud reembolsable para tratar el trastorno por déficit de atención con hiperactividad]. *International Society for Neurofeedback and Research*. <https://isnr.org/wp-content/uploads/2019/07/NFB-as-an-Evidence-Based-Treatment-for-ADHD.pdf>
- Read, J. C. (2008). Validating the Fun Toolkit: an instrument for measuring children's opinions of technology [Validando el Fun Toolkit: un instrumento para medir las opiniones de los niños sobre la tecnología]. *Cognition, Technology & Work*, 10(2), 119-128.
<https://www.doi.org/10.1007/s10111-007-0069-9>
- Sailer, M., Hense, J. U., Mayr, S. K., & Mandl, H. (2017). How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction [Cómo motiva la gamificación: un estudio experimental de los efectos de elementos específicos del diseño del juego en la satisfacción de las necesidades psicológicas]. *Computers in Human Behavior*, 69, 371-380.
<https://www.doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.033>
- Sayal, K., Prasad, V., Daley, D., Ford, T., & Coghill, D. (2018). ADHD in children and young people: prevalence, care pathways, and service provision [TDAH en niños y jóvenes: prevalencia, vías de atención y prestación de servicios]. *The Lancet Psychiatry*, 5(2), 175-186. [https://www.doi.org/10.1016/S2215-0366\(17\)30167-0](https://www.doi.org/10.1016/S2215-0366(17)30167-0)
- Schultz, B. K., & Evans, S. W. (2015). *A practical guide to implementing school-based interventions for adolescents with ADHD* [Una guía práctica para implementar intervenciones escolares para adolescentes con TDAH]. Springer.
- Scirra. (2020). *Construct 2*. <https://www.scirra.com/>
- Still, B., & Crane, K. (2017). *Fundamentals of user-centered design: A practical approach* [Fundamentos del diseño centrado en el usuario: un enfoque práctico]. CRC Press.

- Tilloo, R. (2013). *What is incremental model in software engineering?* [¿Qué es el modelo incremental en la ingeniería de software?]. <http://www.technotrice.com/incremental-model-in-software-engineering>
- Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the win: How game thinking can revolutionize your business* [Para ganar: cómo el pensamiento basado en juegos puede revolucionar su negocio]. Wharton Digital Press.
- Willcutt, E. G. (2012). The Prevalence of DSM-IV Attention- Deficit/Hyperactivity Disorder: A Meta-Analytic Review [La prevalencia del trastorno por déficit de atención con hiperactividad del DSM-IV: una revisión metaanalítica]. *Neurotherapeutics*, 9, 490-499. <https://www.doi.org/10.1007/s13311-012-0135-8>
- Yip, J. C., Sobel, K., Pitt, C., Lee, K. J., Chen, S., Nasu, K., & Pina, L. R. (2017). Examining adult-child interactions in intergenerational participatory design [Examinar las interacciones adulto-niño en el diseño participativo intergeneracional]. *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 5742-5754. <https://www.doi.org/10.1145/3025453.3025787>
- Ziegler, D. A., Simon, A. J., Gallen, C. L., Skinner, S., Janowich, J. R., Volponi, J. J., Rolle, C. E., Mishra, J., Kornfield, J., Anguera, J. A., & Gazzaley, A. (2019). Closed-loop digital meditation improves sustained attention in young adults [La meditación digital de circuito cerrado mejora la atención sostenida en adultos jóvenes]. *Nature Human Behavior*, 3(7), 746-757. <https://www.doi.org/10.1038/s41562-019-0611-9>
- Zurita-Ortega, F., Medina-Medina, N., Chacón-Cuberos, R. Ubago-Jiménez, J. L., Castro Sánchez, M., & González-Valero, G. (2018). Design and validation of the questionnaire GAMEPLAY for the assessment of sports activities [Diseño y validación del cuestionario GAMEPLAY para la evaluación de actividades deportivas]. *Journal of Human Sport and Exercise*, 13, 178-188. <https://www.doi.org/10.14198/jhse.2018.13.Proc2.02>