

DESARROLLO CEREBRAL ÓPTIMO: UN ENFOQUE EFICAZ MEDIANTE UN SISTEMA DE ENTRENAMIENTO COGNITIVO

OPTIMAL BRAIN DEVELOPMENT: AN EFFECTIVE APPROACH THROUGH A COGNITIVE TRAINING SYSTEM

M. A. Ruíz Jaimes¹
Y. Toledo Navarro²
S. E. León Sosa³
J. A. Ruíz Vanoye⁴

RESUMEN

Se presenta el proceso de desarrollo del "Sistema de Entrenamiento Cerebral para Fomentar el Desarrollo Cognitivo", en colaboración con el Centro Psicopedagógico Descubre A. C. Este centro, especializado en psicología y comunicación humana se dedica a promover la inclusión y el desarrollo de habilidades cognitivas y sociales en personas con discapacidad o trastornos del desarrollo. Con la finalidad de concientizar sobre la importancia de estas habilidades, especialmente en el ámbito educativo, el presente proyecto se enfoca en la creación de una aplicación móvil de entrenamiento cerebral que promueva el desarrollo cognitivo de los usuarios a través de videojuegos, con gestión centralizada mediante un sitio web. El proceso de desarrollo se basó en la metodología incremental combinada con Kanban, garantizando que cada videojuego fuera tratado de forma independiente y recibiera retroalimentación de la clínica. La obtención de requisitos comenzó con entrevistas iniciales para comprender el tema y generar propuestas de funcionalidad, seguidas de una evaluación detallada de los videojuegos por parte de la psicóloga. Para la arquitectura del sistema, se optó por el Modelo de 3 capas (Presentación-Negocio-Datos), aprovechando un motor de videojuegos con manejo de físicas de movimiento para mejorar la calidad de ejecución. La integración con Firebase en la capa de datos permitió un almacenamiento en la nube sin costo adicional adaptándose al crecimiento del proyecto.

ABSTRACT

The development process of the "Brain Training System for Cognitive Development" is presented in collaboration with the Descubre Psychopedagogical Center A. C. This center, specialized in psychology and human communication, is dedicated to promoting the inclusion and development of cognitive and social skills in people with disabilities or developmental disorders. With the aim of raising awareness about the importance of these skills, especially in the educational field, this project focuses on creating a mobile brain training application that promotes users' cognitive development through video games, with centralized management through a website. The development process was based on incremental methodology combined with Kanban, ensuring that each video game was treated independently and received feedback from the clinic. Requirements gathering began with initial interviews to understand the topic and generate functionality proposals, followed by a detailed evaluation of the video games by the psychologist. For the system architecture, the 3-tier Model (Presentation-Business-Data) was chosen, leveraging a game engine with motion physics handling to improve execution quality. Integration with Firebase in the data layer allowed for cloud storage at no additional cost, adapting to the project's growth.

ANTECEDENTES

El aprendizaje humano abarca diversas etapas de la vida y, actualmente, el juego se considera una herramienta invaluable para fomentar habilidades cognitivas y

¹ Profesor de Tiempo Completo. Universidad Politécnica del Estado de Morelos. mruiz@upemor.edu.mx

² Profesora de Tiempo Completo. Universidad Politécnica del Estado de Morelos. ytnavarro@upemor.edu.mx

³ Profesora de Tiempo Completo. Universidad Politécnica del Estado de Morelos. lsandra@upemor.edu.mx

⁴ Profesor de Tiempo Completo. Universidad Politécnica de Pachuca. jorge@ruizvanoye.com

socioemocionales tanto en niños como en adultos, facilitando su adaptación y convivencia efectiva en el mundo. Aprovechando los avances tecnológicos, se han desarrollado herramientas informáticas para agilizar el tratamiento terapéutico, como Lumosity, creado en 2007, que se centra en la memoria, atención, velocidad y resolución de problemas, proporcionando información detallada sobre los patrones cognitivos del jugador. Otro ejemplo es Memorado, una aplicación móvil que ofrece 450 niveles de juegos para mejorar la velocidad, concentración, memoria, reacción, lógica y habilidades matemáticas, adaptando las actividades según el desempeño individual del usuario.

Por otro lado, Descubre A.C., fundada en 2017, es un Centro Psicopedagógico que promueve la inclusión y desarrollo de habilidades cognitivas y sociales en personas con discapacidades o trastornos del desarrollo. Reconociendo la importancia de apoyar el trabajo de los profesionales en este campo, se decidió desarrollar un sistema de entrenamiento basado en videojuegos para reforzar estas habilidades, especialmente en personas con trastornos del lenguaje y del aprendizaje, con el objetivo de sensibilizar a las familias sobre la importancia de abordar oportunamente cualquier deficiencia cognitiva y mejorar las capacidades mentales, contribuyendo así a la reducción del rezago educativo en las escuelas.

Definición del problema

En la actualidad, México enfrenta un significativo rezago en el desarrollo cognitivo en todos los niveles educativos. Esta problemática se agrava debido a la percepción errónea por parte de familiares y la sociedad, quienes suelen interpretarlo como falta de interés por parte de los estudiantes. A menudo, este problema no recibe el tratamiento adecuado debido a esta falta de comprensión. A pesar de los programas de apoyo ofrecidos por el gobierno, los resultados son poco alentadores. Por lo tanto, existe una urgente necesidad de crear herramientas que faciliten el tratamiento mediante actividades que permitan un mejor seguimiento por parte de terapeutas y profesores. Es por lo que, el desarrollo de un sistema de entrenamiento cerebral a través de una aplicación móvil se presenta como una solución viable para fortalecer el desarrollo cognitivo.

Al estar conectado a un sitio web, este sistema permitirá supervisar el progreso de pacientes y alumnos que lo requieran. En este contexto, se ha establecido contacto con la clínica Descubre A.C., para diseñar un sistema que supere estas limitaciones. En colaboración con una psicóloga de la asociación, se busca no solo proporcionar tratamiento y reforzamiento de habilidades, sino también ofrecer asesoramiento a las personas interesadas en el adecuado desarrollo de sus pacientes o estudiantes.

Objetivo

Desarrollar una aplicación móvil de entrenamiento cerebral que promueva el desarrollo cognitivo de los usuarios a través de videojuegos, con gestión centralizada mediante un sitio web.

Objetivos específicos:

- Examinar pruebas estandarizadas nacionales relacionadas con habilidades cognitivas e inteligencia.
- Crear videojuegos con distintos niveles de complejidad.

- Elaborar un algoritmo automatizado para asignar niveles y actividades.
- Desarrollar CRUD's para la creación y enlace de jugadores, grupos, actividades, asesores y tutores.

Justificación

El desarrollo cognitivo es crucial durante la etapa más significativa del crecimiento humano: la niñez. Tanto niños en edad escolar como adultos pueden beneficiarse al fortalecer sus habilidades cognitivas y socioemocionales a través de este entrenamiento cerebral proporcionado por nuestra aplicación. Por otro lado, aquellos que reciben terapia para trastornos del lenguaje o del aprendizaje pueden integrar fácilmente esta herramienta en su tratamiento, permitiendo que sus terapeutas asignen actividades y monitoreen su progreso de manera efectiva. Es esencial destacar que nuestra aplicación también desempeña un papel crucial en la sensibilización de padres y maestros sobre las posibles dificultades en el desarrollo cognitivo de sus hijos y alumnos.

Esto significa que los estudiantes tienen una mayor probabilidad de recibir ayuda terapéutica si es necesaria, al tiempo que mejoran en las áreas trabajadas mediante el entrenamiento cerebral. Además, los profesores pueden utilizar la información proporcionada por la aplicación para adaptar su enseñanza y asignar actividades basadas en el desempeño de los estudiantes, lo que contribuye significativamente a su formación académica y personal.

METODOLOGÍA

México presenta un rezago de desarrollo cognitivo y no suele tratarse adecuadamente, aunque existen programas de apoyo otorgados por el gobierno, los resultados no son alentadores. En *Vértigo Político*, Ríos (2016) menciona que, de acuerdo con la UNICEF, uno de cada tres niños no tiene acceso a preescolar y en México, de uno a cuatro niños pueden presentar retraso cognitivo.

En el portal de noticias de la Facultad de Psicología de la Universidad de la República de Uruguay, se publicó un artículo del periódico *el País*, donde señala que, el 6% del total de los alumnos entre cuatro y cinco años tienen muy disminuido su desarrollo motor, cognitivo o emocional. Existe un grupo de 1.715 niños a los que se les debe hacer una evaluación más profunda y que deben ser atendidos por un profesional rápidamente. Uno de cada seis niños de Inicial, necesita ser más estimulado en la escuela y en su casa. Pero, hay un subgrupo que, a la vez, requiere de la mirada externa y especializada (Urwicz, 2018).

En el mismo sentido, el Centro de Investigación Avanzada en Educación (CIAE) señala que, en la pandemia ha dejado sin acceso a la educación preescolar a 40 millones de niñas y niños que podrían verse privados de elementos esenciales como son el afecto, protección, estimulación, al mismo tiempo, el desarrollo de habilidades sociales, emocionales y cognitivas (Comunicaciones CIAE, 2020).

Lo anterior, ha propiciado una oportunidad para los especialistas que abordan el tema de desarrollo cognitivo. En este caso, el trabajo de investigación aporta un gran valor al conocimiento, dado que se desarrolla una aplicación como herramienta tecnológica que permitirá dar seguimiento al tratamiento de personas con discapacidades o alteraciones en

su desarrollo, considerando los ámbitos escolares, familiares y personales. Como parte de los requerimientos técnicos para el diseño del sistema, se usó parte del material didáctico que utilizan en la clínica Descubre A.C para las terapias que ofrecen a niños, adolescentes y adultos. La metodología seleccionada para el desarrollo del sistema será Incremental combinada con la metodología para desarrollo de proyectos Kanban, la cual tiene como fundamento 3 fases por donde las actividades o tareas deben pasar, las cuales son: Pendiente, Haciendo y Hechas.

Aunque pueden variar en más fases según la comodidad del equipo desarrollado, pero para ese proyecto se utilizarán las fases de Incremental dentro de la columna de tareas “en progreso” para generar las columnas del tablero. Las fases de la metodología Incremental consisten en el Análisis, el Diseño, la Implementación y las Pruebas.

Lo que daría como resultado el siguiente modelo para la metodología como muestra en la Figura 1.

Figura 1. Tablero de metodología Kanban

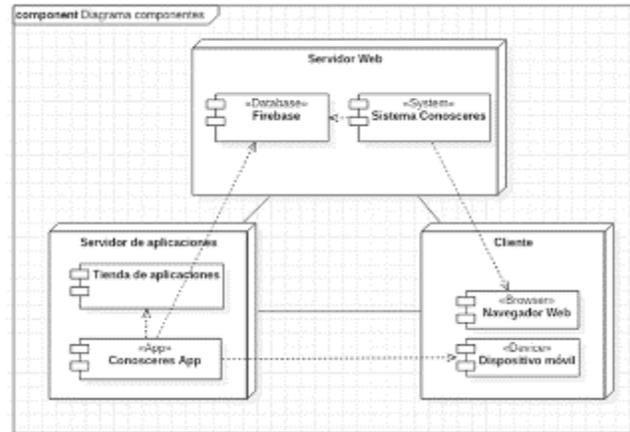


Contar con una metodología que se enfoque en la realización gradual de módulos del sistema aporta flexibilidad durante su desarrollo. Una vez que se ha obtenido la segmentación del proyecto, todas las actividades se colocan en el "backlog" o almacén, lo que permite tener una visión completa de lo que se necesita hacer. Luego, en función de la importancia de cada actividad, se mueve a la sección "to do" o para hacer. Es importante establecer un límite de actividades en esta sección, ya que estas pasan a la sección "in progress" o en desarrollo, y solo pueden abordarse según la capacidad del equipo. Después de completar una tarea, esta debe someterse a pruebas. Según Kanban, si la tarea resulta defectuosa, debe regresar al estado anterior; sin embargo, la metodología se centra en la calidad, por lo que idealmente, la tarea debería aprobar las pruebas en el primer intento.

Una vez superadas las pruebas, el segmento del proyecto se considera completado y se mueve a la fase "hecho" para su liberación. Los recursos se asignan entonces a una nueva actividad en la fase "para hacer".

A continuación, en la Figura 2 se muestra el diagrama de componentes que describe la arquitectura física del sistema. El servidor web de este proyecto será Firebase, mientras que el servidor de aplicaciones será la Play Store de Google o la AppStore de iOS. Tanto el sitio web como la aplicación móvil dependerán de Firebase para la comunicación y envío de información.

Figura 2. Diagrama de componentes



Para el diseño del sistema web, se utilizaron algunas de las siguientes tecnologías que se describen a continuación:

- **Modelado UML:**
StarUML 3.1.0. Se trata de un lenguaje de programación orientado a objetos como evolución del lenguaje C que simplifica algunas complejidades de C++ (Microsoft, 2024a).
- **Modelado de GUI:**
Balsamiq Mockups 3.5.17. Es una herramienta de diseño de interfaz de usuario para crear prototipos de baja fidelidad como bocetos digitales (Balsamiq Studios, 2024).
- **Gestor de base de datos:**
Firebase. Consiste en un paquete de API's desarrollado por Google para apoyar a la exitosa implementación de aplicaciones web y móviles, permitiendo a los programadores centrarse en los requerimientos específicos del sistema ya que reduce el lenguaje de servidor (Google Developers, s.f.).
- **Lenguaje de etiquetado:**
HTML 5. Consiste en un lenguaje de etiquetado que permite crear la estructura de las páginas web (Flores, 2015). Este etiquetado secciona la página web en elementos especiales a los cuales se podrá manipular o describir con ciertos atributos, a través de otros lenguajes.
- **Lenguaje de estilo:**
CSS 3. Se trata de un lenguaje de Hojas de Estilo en Cascada que permite describir los elementos de las páginas web, dando estilo a su estructura (Lujan, 2012).
- **Lenguaje de programación:**
C# es un lenguaje de programación orientado a objetos creado por Microsoft que se basa en la orientación a objetos. Es muy utilizado para el desarrollo de aplicaciones móviles, videojuegos y soluciones empresariales debido a su flexibilidad y funcionalidad (Microsoft, 2024b).
- **JavaScript:** Es un lenguaje ejecutado del lado del cliente que permite dar dinamismo a una página web, lo que ayuda a que la información y presentación sea oportuna para el usuario (Refsnes Data, 2024).
- **Software:**

Unity: Es una plataforma especializada en el desarrollo de videojuegos, que es compatible con los sistemas operativos más conocidos. Las funcionalidades y modelo de trabajo de Unity permiten crear objetos dentro de un escenario a los que después podrán agregársela características que permite programar con el lenguaje C# (Unity Technologies, 2024).

Sublime Text 3: Consiste en un editor de código ligero que soporta un gran número de lenguajes (Genbeta, 2012).

GIMP 2: Es un programa que permite retocar, componer y editar imágenes, la cual es útil para crear logotipos o gráficos de forma gratuita (Bunks, 2000).

Audacity 2.3.2: Se trata de un editor y grabador de audio fácil de usar para Windows, Mac OS X, Linux y otros sistemas de código abierto (Audacity Team, 2024).

A continuación, se muestran los formularios de registro para el asesor y jugador. Ver Figura 3 y 4.

Figura 3. Registro de asesor

Figura 4. Registro de jugador

Así también, se presenta el proceso de inicio de sesión en el sitio web y en la aplicación móvil. Ver el rango de figuras que comprenden de la Figura 5 a la Figura 8.

Figura 5. Inicio de sesión

Figura 6. Menú principal



Figura 7. Inicio de sesión app



Figura 8. Menú principal app



En el mismo sentido, se muestran las actividades disponibles para jugar. Ver el rango de figuras que comprenden de la Figura 9 a la Figura 16.

Figura 9. Lista de áreas



Figura 10. Lista juegos de memoria



Figura 11. Tutorial del juego



Figura 12. Juego vecino invasores



Figura 13. Juego toc, toc



Figura 14. Juego intrusos

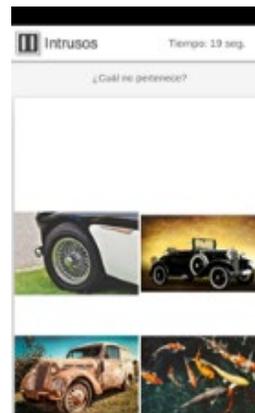


Figura 15. Juego búsqueda implacable

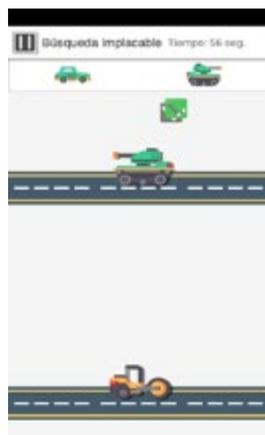


Figura 16. Finalización del nivel



RESULTADOS

Se realizó un análisis basado en la aplicación para identificar la situación actual en cuanto a la forma de abordar el desarrollo cognitivo, especialmente en el ámbito educativo. Además, se obtuvo la retroalimentación inicial de los usuarios potenciales del sistema.

A continuación, se muestran los resultados alcanzados tras llevar a cabo las actividades programadas durante un día en particular. Ver el rango de figuras que comprenden de la Figura 17 a la Figura 19.

Figura 17. Resultado de actividades en candelario



Figura 18. Reporte de gráfica radial



Figura 19. Botón para iniciar el entrenamiento diario



Informe de resultados de rendimiento, ya sea en términos específicos o generales. Ver Figura 20 y Figura 21.

Figura 20. Gráfica radial



Figura 21. Reportes en sitios web



CONCLUSIONES

El sistema de entrenamiento cerebral se erige como una herramienta invaluable para aquellos que enfrentan trastornos del lenguaje o dificultades de aprendizaje en su vida diaria. Su accesibilidad a través de una aplicación móvil no solo simplifica su uso para los usuarios, sino que también ofrece la oportunidad de recibir entrenamiento sin necesidad de pagar por ayuda profesional. Se considera que se cumple el objetivo primordial del proyecto que fue el desarrollo de una aplicación móvil de entrenamiento cerebral mediante

videojuegos, gestionada por un sitio Web, con la finalidad de fomentar el desarrollo cognitivo. Si bien se reconoce que el sistema es solo una parte del proceso, confiamos en que con el tiempo contribuirá a generar una mayor conciencia sobre la importancia de abordar los problemas de aprendizaje.

El impacto en la formación de estudiantes de ingeniería consiste en la adquisición de habilidades técnicas y experiencia práctica en el desarrollo de software. Además, de comprender la importancia del desarrollo cognitivo y la contribución social. Mirando hacia el futuro, se planea expandir este sistema hacia una plataforma más escalable y desarrollar videojuegos con enfoques aún más específicos en el desarrollo cognitivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Audacity Team (2024). Homepage-Audacity. *Audacity*. <https://www.audacityteam.org/>
- Balsamiq Studios (2024). *Balsamiq for Desktop Documentation*. <https://balsamiq.com/wireframes/desktop/docs/intro/>
- Bunks, C. (2000). *Grokking the GIMP*. New Riders Publishing. <https://nutcyber.com/column/GrokkingTheGIMP.pdf>
- Comunicaciones CIAE (14 de agosto de 2020). Especialistas concuerdan en la importancia de evaluar el desarrollo y el aprendizaje infantil una vez que se retomen las actividades presenciales. *Noticias CIAE (Centro de Investigación Avanzada en Educación, Universidad de Chile)*. https://www.ciae.uchile.cl/index.php?page=view_noticias&langSite=es&id=1996&externo=boletin
- Flores, J. (25 de agosto de 2015). ¿Qué es HTML? *Código Facilito*. <https://codigofacilito.com/articulos/que-es-html>
- Genbeta (10 de Febrero de 2012). *Sublime Text, un sofisticado editor de código multiplataforma*. <https://www.genbeta.com/herramientas/sublime-text-unsofisticado-editor-de-codigo-multiplataforma>
- Google Developers (s.f.). *Documentación de Firebase*. <https://firebase.google.com/docs?hl=es-419>
- Luján, S. (2012). HTML5 y CSS3. Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Alicante. <http://desarrolloweb.dlsi.ua.es/cursos/2011/html5-css3-es/conceptos-basicos-css>
- Microsoft (2024a). Introducción al lenguaje C# y .NET Framework. *Microsoft team blog*. <https://techcommunity.microsoft.com/t5/microsoft-teams-blog/bg-p/MicrosoftTeamsBlog>

Microsoft (2024b). C# | Lenguaje de programación moderno, innovador y de código abierto para crear todas sus aplicaciones. <https://dotnet.microsoft.com/es-es/languages/csharp>

Refsnes Data (2024). Tutorial de W3.CSS. *W3Schools*. <https://www.w3schools.com/js/>

Ríos, L. (25 de mayo de 2016). Abatir rezago cognitivo. *Vértigo Político*. <https://www.vertigopolitico.com/todo-menos-politica/bienestar/abatir-rezago-cognitivo>

Unity Technologies (2024). *Unity Manual*. <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>

Urwicz, T. (21 de agosto de 2018). Hay 5.665 niños con rezago en el desarrollo; requieren más atención. *El País*. <https://psico.edu.uy/presencias-en-medios/hay-5665-ninos-con-rezago-en-el-desarrollo-requieren-mas-atencion>