



**Diseño, desarrollo e implementación de un videojuego educativo combinando las mecánicas
de Candy Crush y Tetris**

Muñoz Armas, Francisco David y Orellana Soriano, Daniela Estefanía

Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Software

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero/a en Software

Msc. Villacís Silva, César Javier.

23 de febrero de 2023

20230223_OrellanaMunozTrabajo DeTitulacion


< 1% Similarities
 < 1% Text between quotes
 0% similarities between quotation marks
 < 1% Language not recognised

Document name: 20230223_OrellanaMunozTrabajoDeTitulacion.pdf
Document ID: 3227c0170824d63872dbc912924aaa5f1021983a
Original document size: 1.8 Mo

Submitter: JORGE EDISON LASCANO
Submission date: 2/23/2023
Upload type: interface
analysis end date: 2/23/2023

Number of words: 15,338
Number of characters: 105,785

Location of similarities in the document:

Sources with incidental similarities

No.	Description	Similarities	Locations	Additional information
1	 www.semanticscholar.org Game over for Tetris as a platform for cognitive skill trai... https://www.semanticscholar.org/paper/Game-over-for-Tetris-as-a-platform-for-cognitive-Pilegard-Ma...	< 1%		Identical words : < 1% (20 words)
2	 www.universityxp.com Using Case Studies to Explore Need Satisfaction and Frustr... https://www.universityxp.com/research/2022/6/22/using-case-studies-to-explore-need-satisfaction-an...	< 1%		Identical words : < 1% (13 words)

Referenced sources (without similarities detected)

These sources were cited in the paper without finding any similarities.

-  <https://www.figma.com/>
-  <https://wally.walker.co.uk>
-  <https://ieeexplore.ieee.org/Xplorehelp/overview-of-ieee-xplore/about-ieee-xplore>
-  <https://www.king.com/es/game/candycrush>
-  http://recursostic.educacion.es/observatorio/apls/descargas/archivos/Ficha_evaluacion_progra



Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Software

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: **“Diseño, desarrollo e implementación de un videojuego educativo combinando las mecánicas de Candy Crush y Tetris”** fue realizado por el señor **Muñoz Armas, Francisco David** y la señorita **Orellana Soriano, Daniela Estefanía**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 23 de febrero de 2023

Ing. Villacís Silva, César Javier, Msc.

C. C. 1704892726



Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Software

Responsabilidad de Autoría

Nosotros, **Muñoz Armas, Francisco David** y **Orellana Soriano, Daniela Estefanía**, con cédulas de ciudadanía n° **1751990332** y **1726619925**, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Diseño, desarrollo e implementación de un videojuego educativo combinando las mecánicas de Candy Crush y Tetris**, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 23 de febrero de 2023


Muñoz Armas, Francisco David
C.C.: 1751990332


Orellana Soriano, Daniela Estefanía
C.C.: 1726619925



Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Software

Autorización de Publicación

Nosotros, **Muñoz Armas, Francisco David** y **Orellana Soriano, Daniela Estefanía**, con cédulas de ciudadanía n° **1751990332** y **1726619925**, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **Diseño, desarrollo e implementación de un videojuego educativo combinando las mecánicas de Candy Crush y Tetris** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 23 de febrero de 2023



Muñoz Armas, Francisco David

C.C.: 1751990332



Orellana Soriano, Daniela Estefanía

C.C.: 1726619925

Dedicatoria

A mi madre Verónica Soriano, por ser el pilar fundamental en mi vida, por siempre estar presente y apoyarme en todo lo que he necesitado, por todo el amor y todo el esfuerzo que me ha demostrado a lo largo de estos años, por ser esa amiga incondicional que nunca me ha fallado.

A mis hermanos Javier y Alejandro por ser mi motivación más grande para salir adelante, por regalarme tantos recuerdos y enseñanzas que atesorare por el resto de mi vida.

A mis abuelitos Hilda Mancheno, Julio Soriano y a mi tía Maritza Soriano, por siempre estar presentes, por todo el apoyo y el amor que me han dado, sin ustedes nada de esto sería posible, gracias por siempre creer en mí y estar a mi lado en todo momento.

Daniela Estefanía Orellana Soriano

A mis padres, por apoyarme durante este largo recorrido y por el esfuerzo de proveerme de una educación de calidad, gracias por brindarme su afecto y paciencia hoy que comienzo un nuevo capítulo en mi vida.

A mis hermanos, por siempre darme risas y sonrisas todos los días, y darme consejos cada día.

A todas las personas que formaron parte de este proceso y siempre apoyarme.

Francisco David Muñoz Armas

Agradecimiento

A mi madre Verónica, por brindarme la mejor educación, por enseñarme lo que es un hogar fuerte, unido y en donde principalmente reina el amor y la paz, por nunca dejarme sola y buscar la forma de acompañarme en cada etapa, por ser la mejor amiga y cómplice que la vida me ha dado, para mi es un honor y un gran privilegio llamarle madre, gracias por su apoyo y cariño incondicional. Este logro es también suyo.

A mi tía, mis hermanos y mis abuelitos que son mi razón de seguir adelante, con quienes puedo contar para todo lo que necesite, gracias por estar a mi lado y por darme esa seguridad para poder lograr todos los objetivos que me he planteado, gracias de todo corazón por ser mi soporte y mi hogar.

A las personas que de algún modo estuvieron siempre presentes en mi vida, que con su música me hicieron sentir invencible, gracias por ser esa motivación que me ayudó a descubrir de lo que era capaz de hacer cuando de verdad quería conseguir algo, gracias a Louis por ser el más cercano de todos, por darme la fuerza y valentía para ser auténtica, a Harry por enseñarme que por más difícil que sea el camino siempre es posible conseguir todo lo que me proponga, a Liam por enseñarme que aunque quiera rendirme siempre hay una razón para levantarme y seguir adelante, a Niall por enseñarme lo que es disfrutar la vida y gozar de cada uno de los momentos por más pequeños que sean, a Zayn por enseñarme a quererme por sobre todas las cosas y por ayudarme a controlar el miedo al enfrentarme a nuevas etapas.

A Simón, Martín, Juan Pablo I. y Juan Pablo V. por regalarme las mejores experiencias de mi vida, por ser parte de la gran motivación que me ayuda a ser la mejor versión de mí, gracias por inspirarme y estar presentes con cada consejo y palabra que transmiten a través de la música, por ser el claro ejemplo de que los sueños si se cumplen y por enseñarme que nunca es tarde para aprender algo nuevo.

Le agradezco a la universidad y a todos los docentes del departamento de Ciencias de la Computación por haberme guiado y enseñado tantas cosas en lo personal y profesional. De forma especial agradezco al Ing. César Villacis por acompañarnos en este último escalón, por darnos las pautas para poder realizar este reto de la mejor forma posible.

Quiero agradecer a mis amigas más cercanas Eri, Domi, Sary y Annie que estuvieron presentes en momentos cruciales de mi vida, que no me dejaron sola en ningún momento y me dieron la confianza para poder mostrarme tal y como soy, gracias por enseñarme el verdadero significado de la amistad. Finalmente, quiero agradecer a los amigos que conocí en esta etapa, a David, Diego, Sebastián y Steven con quienes compartí todas las enseñanzas y experiencias que nos brindó la universidad, gracias por escucharme y aconsejarme.

Daniela Estefanía Orellana Soriano

Quisiera agradecer a mis padres, que desde pequeño me guiaron, enseñándome valores y responsabilidades que hoy en día me han permitido ser quien soy, apoyándome en cada instante. A mi madre que me enseñó consejos valiosos, y a mi padre que siempre se interesó por mi bienestar. A mis hermanos y a toda mi familia, gracias por su apoyo.

Les agradezco a los docentes del departamento de Ciencias de la Computación de esta universidad, por haber compartido sus enseñanzas y experiencias a lo largo de la etapa académica. Quisiera agradecer al Ing. Cesar Villacis, por haber aceptado este reto conmigo y brindarnos una mano durante esta etapa.

Quisiera agradecer a los amigos que esta universidad me dio, Christian, Diego Padilla y Dany, gracias por acompañarme desde el inicio hasta el final, durante este camino sinuoso en nuestra formación académica, por su apoyo y ayuda en todo momento. Finalmente quiero agradecer a mis grandes amigos que la vida me dio, Martin, Diego Cruz y Michael, quienes me apoyaron de forma constante.

Francisco David Muñoz Armas

Índices de Contenidos

Índice de Tablas	13
Índice de Figuras	14
Resumen	15
Abstract.....	16
Capítulo I.....	17
Introducción.....	17
Antecedentes.....	17
Problemática.....	19
Justificación.....	20
Objetivos	20
Objetivo General.....	20
Objetivos Específicos	21
Alcance	21
Hipótesis.....	22
Capitulo II.....	22
Estado del Arte.....	22
FASE 1: Diseñar la estrategia de búsqueda.....	25
FASE 2: Presentar los resultados de la búsqueda	26
FASE 3: Almacenar y registrar los resultados de búsqueda.....	30
FASE 4: Organizar los resultados de la búsqueda.....	32
FASE 5: Analizar e interpretar los resultados de los artículos seleccionados.....	33

Capitulo III.....	37
Arquitectura de la solución.....	37
Capa de Interfaz de Usuario.....	40
Capa de Negocio.....	40
Capa de Datos.....	40
Análisis y Diseño.....	40
Requisitos.....	40
Patrones de Diseño.....	45
Eventos.....	49
Modelo.....	52
Implementación y Pruebas.....	62
Rendimiento.....	62
Pruebas del sistema.....	65
Análisis de Resultados.....	65
Métodos.....	66
Participantes.....	66
Definición de la Prueba.....	66
Diseño de la Prueba.....	66
Ejecución de la prueba.....	67
Capitulo IV.....	70

	12
Discusión	70
Resultados Grupo 1.....	70
Resultados Grupo 2.....	72
Resultados Grupo 3.....	74
Análisis Final.....	75
Capitulo V.....	76
Conclusiones	76
Recomendaciones.....	77
Trabajos Futuros	78
Bibliografía	79
Apéndices.....	81

Índice de Tablas

Tabla 1. Cadenas de Búsqueda	27
Tabla 2. Grupo de control de calidad.....	29
Tabla 3. Estudios primarios.....	31
Tabla 4. Gestores del videojuego.....	38
Tabla 5. Acciones y movimientos del juego	57
Tabla 6. Validaciones de movimientos de tetrominos.....	58
Tabla 7. Validaciones de movimientos de bloques.....	60
Tabla 8. Efectos de PowerUp	61
Tabla 9. Reducción del batch	64

Índice de Figuras

Figura 1. Fases de revisión preliminar de la literatura.....	23
Figura 2. Diagramas de resultados.....	28
Figura 3. Referencias almacenadas en Mendeley	230
Figura 4. Mapeo de literatura	32
Figura 5. Arquitectura monolítica implementada	39
Figura 6. Patrón Observer	47
Figura 7. Patrón Object Pooling	47
Figura 8. Patrón Modelo Vista Controlador	49
Figura 9. Funcionamiento del sistema de eventos	50
Figura 10. Sistema de tutoriales	51
Figura 11. Modelo Tetraédrico Elemental Modificado.....	52
Figura 12. Tipos de tetrominos	53
Figura 13. Tipos de flores	54
Figura 14. Atlas de texturas UI.....	63
Figura 15. Presentación del juego en diapositivas.....	67
Figura 16. Búsqueda de objetos antes de probar el juego	68
Figura 17. Búsqueda de objetos después de probar el juego.....	69
Figura 18. Resultados del Grupo 1	71
Figura 19. Resultados del Grupo 2.....	73
Figura 20. Resultados del Grupo 3.....	74

Resumen

Investigaciones que se han realizado en base a videojuegos sugieren mejoras y beneficios aplicados en la educación al utilizar como método de aprendizaje los videojuegos, existen varios tipos y subcategorías de juegos por lo que los estudios son limitados a comparación del extenso número de categorías que han ido apareciendo hasta la actualidad. Investigamos si la unión de dos videojuegos basados en puzzle (Tetris y Candy Crush) pueden activar áreas específicas en el cerebro en niños pertenecientes a un rango de edad determinado (9 a 12 años), a través de métodos de evaluación que permiten determinar el nivel de concentración y estrategia que tienen en base a retos propuestos. Las evaluaciones del nivel de concentración se realizaron antes y después de que el videojuego sea probado, obteniendo como resultado una mejora en la atención y resolución de problemas.

Para el desarrollo del videojuego se utilizaron varios patrones de diseño e implementación, y metodologías en base a varias tecnologías descubriendo que ciertos patrones se acoplan de mejor manera al desarrollo y permiten mejorar el rendimiento del videojuego, disminuyendo el consumo de memoria en tiempo de ejecución. Aplicando la ficha de evaluación de Pere Marqués se pudo evaluar el software a modo de caja negra para comprobar la calidad y nivel de aplicabilidad en un ámbito educativo.

Palabras clave: videojuegos, habilidades sociales, puzzle, comportamiento social, concentración en niños.

Abstract

Research that has been carried out based on videogames suggests improvements and benefits applied as a learning method when videogames are used, there are several types and subcategories of videogames so, research is limited compared with the number of categories that have been appearing up to the present. We have investigated if the union between puzzle game-based (Tetris and Candy Crush) can activate specific areas in the brain in children belonging to a certain age (9 to 12 years), through evaluation methods that can allow the concentration level and strategy that is based on proposed challenges. The concentration level evaluation was carried out before and after the videogame was tested, obtaining as a result an improvement and problem resolution.

For the game development various design patterns and implementations were used, and methodologies based on many technologies, discovering that certain patterns are better coupled to the development and allowing to improve the videogame performance, decreasing the memory consumption at runtime. Applying the Pere Marquez evaluation form, it was possible to test the software as a black box to prove the quality and the level of applicability in the educational environment.

Keywords: videogames, social abilities, puzzle, social behavior, children concentration.

Capítulo I

Introducción

Antecedentes

Los videojuegos se han convertido en una parte importante en el ámbito del entretenimiento, pero también han influenciado en algunas áreas de la educación. Los juegos han ido evolucionando tanto al punto de tener varias clasificaciones y tipos, por ejemplo, se presentan juegos de acción, de memoria, de rompecabezas, de construcción y una serie variada de categorías que divide las definiciones y objetivos de cada uno de los juegos que se han creado. Además, al estar diseñados en base a historias, gráficos, música y varios elementos más, se convirtieron en un tipo de arte y a su vez, en una forma de competencia debido a que todos consisten en alcanzar un objetivo en específico y muchos de ellos incentivan a la competencia entre una variedad de personas, otorgando a sus jugadores puntuaciones globales provocando que cada vez se vuelvan más competitivos y busquen superar las puntuaciones más altas.

Como sugiere (Squire, 2022) los videojuegos son herramientas poderosas orientadas al aprendizaje que permiten desarrollar destrezas como manipular variables que no podrían ser alteradas en el mundo real, capacitar a los estudiantes para ver fenómenos desde distintas perspectivas, observar el comportamiento de simulaciones de sistemas sociales que permitan manipular el espacio y el tiempo, plantear preguntas hipotéticas a un sistema y visualizarlo en tres dimensiones. De igual forma, se desarrollan técnicas como:

- Resolución de problemas
- Toma de decisiones
- Creatividad
- Colaboración

Gracias a esto, los jugadores logran adquirir algunas habilidades como el pensamiento crítico, además de mejorar su comprensión en cuanto a ciertos conceptos académicos. Muchas instituciones han optado por utilizar videojuegos como un medio de aprendizaje ya que los estudiantes se motivan y entretienen mientras mejoran su conocimiento, comprensión y su pensamiento estratégico. A pesar de ello, existen varias personas que aseguran que los videojuegos provocan comportamientos negativos o aislados que perjudican de cierto modo la adaptación de los individuos en la sociedad, pero no existen estudios que encuentren una relación entre el uso de videojuegos y la falta de adaptación social, tampoco existe evidencia precisa de que la violencia o un rendimiento escolar deficiente sea provocado por videojuegos, incluso hay estudios que verifican que los videojuegos representan una fuerza positiva en las interacciones familiares.

Varias investigaciones evidencian que los videojuegos tienen efectos positivos en la cognición y el cerebro. Los estudios transversales y longitudinales demuestran que los videojuegos se encuentran asociados con funciones cognitivas, en mayor cantidad con la atención visual, memoria a corto plazo, tiempo de reacción y memoria de trabajo. El jugar videojuegos, como mencionan (Brilliant, Nouchi, & Kawashima, 2019) aumenta la estructura del cerebro afectando a la materia gris (neurogénesis, glicogénesis, sinaptogénesis y angiogénesis), la materia blanca (modelado, mielina, organización de fibras y angiogénesis) y la conectividad funcional.

Cada juego se especializa en un ámbito en específico, en el caso de los juegos basados en puzzle, otorgan los medios que permiten la activación de diferentes áreas como la toma de decisiones, planeación, manipulación espacial, percepción, memoria, procesamiento visual y sentido de orientación. Se han creado varios videojuegos basados en rompecabezas, entre ellos los más populares son Tetris (Tetris, s.f.) y Candy Crush (King, s.f.), una de las variaciones que se popularizó en el año 2012, estos juegos presentan niveles con retos que requieren de una capacidad de respuesta inmediata, otra de las

características importantes es que presentan puntos de referencia que son espacio-temporales que requieren de respuestas ante rotaciones de figuras. Por esta razón, médicos de la Universidad de Kent (Reino Unido) (Ibarra, 2019) han optado por utilizar ambos videojuegos para poder detectar el Alzheimer, incluso el Dr. Ang sugiere que estos juegos pueden utilizarse con deportistas que hayan sufrido de lesiones cerebrales.

A pesar de todas las cualidades y habilidades que se pueden desarrollar con los juegos, no todos ofrecen mejoras en habilidades específicas, como sugiere (Oei & Patterson, 2014), Tetris no es una buena elección si se requiere de un juego para entrenar habilidades de funciones ejecutivas de orden superior (planificación y razonamiento) debido a que resulta un método estático al momento de buscar que los jugadores generen estrategias y resuelvan los objetivos de cada nivel. Si bien no logra satisfacer los requerimientos para desarrollar habilidades de funciones ejecutivas, logra estimular habilidades cognitivas las cuales se pueden clasificar como: (1) Rotación mental; (2) Visualización espacial; (3) Velocidad de percepción; (4) Campo de vista; (5) Memoria de trabajo visuoespacial.

No todas las áreas de conocimiento han sido evaluadas por lo que no se tiene un conocimiento general de cuál es el aporte educativo que brinda cada videojuego. Sin embargo, cada vez los educadores e investigadores se interesan más en buscar formas de entretenimiento orientadas al aprendizaje, de forma que puedan enseñar con elementos más interactivos y agradables para los estudiantes.

Problemática

El problema que se aborda en esta investigación tiene relación con la falta de concentración en los niños que se ha evidenciado a inicios del siglo XXI. Con la aparición de nuevas tecnologías y expansión de videojuegos, gracias a la distribución y uso de dispositivos móviles que permiten que varios niños puedan acceder a un gran número de opciones, es posible utilizar el interés que tienen en

los videojuegos para mejorar sus habilidades psicomotrices. En base a la investigación acerca de la concentración infantil, se ha podido identificar que los niños desde los 7 años tienden a enfocarse de forma más fácil en los dispositivos móviles.

Justificación

Los videojuegos poseen la habilidad de activar áreas del cerebro específicas, cada género e historia activan áreas completamente diferentes, la más reconocida suele ser la toma de decisiones, ya que cada acción tomada en el juego puede repercutir en perder o ganar. Los juegos de puzzle, debido a sus mecánicas de toma de decisiones bajo un periodo de tiempo limitado y la determinación de completar objetivos o misiones en base a estrategias, permiten la activación de las áreas del cerebro encargadas de la atención, planeación, manipulación del espacio, percepción, memoria, procesamiento del lenguaje y procesamiento visual. La aplicación de estos juegos puede ayudar a los niños a mejorar habilidades como la atención, sobre todo dentro de las aulas.

Adicionalmente, los niños se ven atraídos por imágenes coloridas y llenas de vida, de modo que es una de las razones por las que el juego Candy Crush tuvo éxito y una gran acogida entre la población, con ello en mente y dándole al proyecto un enfoque más educativo, la aplicación de imágenes coloridas, y en este caso con apariencia de insecto, puede ayudar al niño a ver a estos insectos de manera más amigable y entender que cumplen un objetivo muy importante dentro de nuestro planeta.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar e implementar un videojuego educativo en 2.5D combinando las mecánicas de Candy Crush y Tetris que permita mejorar las habilidades cognitivas en niños de 9 a 12 años.

Objetivos Específicos

- Realizar el estado del arte referente al desarrollo de videojuegos educativos.
- Aplicar la norma 830 para el análisis del sistema.
- Diseñar y Desarrollar el videojuego educativo aplicando la metodología SCRUM.
- Realizar la implementación y las pruebas del videojuego educativo en dispositivos móviles.
- Realizar el análisis de resultados del sistema.

Alcance

El producto de software que se va a desarrollar corresponde a un videojuego lúdico desarrollado en 2.5D, el cual combina las mecánicas de los juegos de Candy Crush y Tetris, a través de metodologías ágiles, diseño de arquitectura por capas y la aplicación del Modelo Elemental de Diseño de Juegos Tetrádico Modificado, se busca estimular el desarrollo del pensamiento lógico de niños entre 9 y 12 años de edad, utilizando un ambiente de computación ubicua para dispositivos móviles.

En el videojuego se implementan 10 niveles que contienen objetivos diferentes que van incrementando el nivel de complejidad conforme se avanza en el juego. El diseño de un tutorial es fundamental para dar las pautas necesarias acerca del funcionamiento de las mecánicas logrando que el jugador comprenda el objetivo del juego.

Para el control de los datos del usuario, se opta por el diseño de un modelo de datos dentro de un fichero que almacena información como los puntajes obtenidos por parte del usuario, además de los mejores puntajes clasificados dentro de cada nivel del juego. Para evitar que el usuario se centre solo en los objetivos del juego, se implementa un modo infinito el cual consiste en que el usuario tiene que jugar hasta obtener un puntaje mejor que el anterior.

Debido a que el sistema operativo Android es uno de los más utilizados para dispositivos móviles, se opta por la construcción del juego enfocado a este sistema partiendo de la versión 5.0. Lollipop.

Hipótesis

Tetris corresponde a un juego de tipo puzzle muy conocido que hoy en día se encuentra arraigada a nuestra cultura. La mecánica principal de este juego permite la activación de áreas del cerebro encargadas del procesamiento visual, habilidad motora, atención, manipulación espacial, y temporal. Por otro lado, Candy Crush es un juego cuya ascendencia se deriva directamente de Tetris, activas áreas similares, además de incluir el área límbica del cerebro. La unión de ambas mecánicas de juego en una sola supone la activación de las mismas áreas del cerebro otorgando ayuda a los niños para mejorar características de atención, visualización, manipulación espacial y temporal.

Capítulo II

Estado del Arte

El estado del arte se define como una revisión en un ámbito literario, para esto, existen varios modelos, fases y pasos que nos permiten buscar y obtener una amplia elección de artículos relacionados al tema que tratamos en la presente investigación. La información que existe dentro de la web es muy extensa, razón por la cual se utilizan bases de datos científicas las cuales nos permiten adquirir información y datos reales que nos sirven de guía para la elaboración del videojuego.

Para realizar esta revisión preliminar existen procesos con fases en las que se van estableciendo características que permitan disminuir los extensos resultados que entregan los repositorios digitales. La técnica que se empleó fue la propuesta por (Sabatés Arnau & Sala Roca, 2020), que consta de 5 fases que se presentan en la Figura 1.

Figura 1

Fases de la revisión preliminar de la literatura.



La primera fase que es el **Diseño de la Estrategia de Búsqueda**, contiene las *palabras clave*, donde se definen términos de una o más palabras que engloban el tema principal y representan el instrumento principal de búsqueda, los *repositorios de búsqueda*, donde están almacenados estudios, artículos, libros y mucha información acerca de conferencias dictadas en base a un tema en específico, los *criterios de inclusión*, donde se listan las características necesarias para incluir investigaciones dentro de la búsqueda de estudios.

La segunda fase que es la **Presentación de los Resultados de la Búsqueda**, contiene los *criterios de exclusión*, donde se definen todas las características que no deben ser incluidas en los estudios elegidos para la investigación, los *criterios de selección*, donde se escoge finalmente las investigaciones que cumplen con las características necesarias para ser incluidas en la revisión completa para el proyecto, el *control de calidad*, donde, mediante rubricas de evaluación, se determina la calidad en un ámbito metodológico de un determinado artículo, tomando en cuenta el grupo o tipo al que pertenece.

La tercera fase que es el **Almacenamiento y Registro de los Resultados de Búsqueda**, contiene el *almacenamiento de las referencias*, donde se escoge un gestor de referencias bibliográficas que permitan almacenar y manejar de forma ordenada todas las referencias que se utilicen dentro de la investigación, el *registro y resumen de las referencias seleccionadas*, donde, en base a la organización que se determina en el almacenamiento de las referencias, se realiza un resumen que englobe las partes más relevantes de cada artículo permitiendo la comparación entre los estudios y el análisis de los resultados.

La cuarta fase que es la **Organización de los Resultados de la Búsqueda** contiene el *método del mapeo* y el *método de índices*, donde se organiza nuevamente los artículos seleccionados, en base a diferentes criterios que pueden ser cronológicos o teóricos.

La quinta fase que es la **Redacción y Discusión de los resultados** contiene la integración de todas las ideas recopiladas a lo largo de las fases anteriores, de modo que los resultados se presentan de forma coherente y relacionada.

FASE 1: Diseñar la estrategia de búsqueda.**Palabras clave**

Las palabras claves son aquellas que se encuentran fuertemente relacionadas con el objeto de estudio, permiten delimitar la búsqueda de información relevante que aporte a la investigación.

Para lograr la correcta identificación de las palabras claves, se realiza un proceso de lectura preliminar acerca del objeto de estudio, de esta manera, por medio de tesauros, se listan las palabras que tengan más relación al tema de investigación. En base a esto, las palabras son las siguientes:

- Videogames
- Social abilities
- Puzzle
- Social behavior
- Children concentration

Catálogos y repositorios de búsqueda

Cuando se ha encontrado las palabras claves correctas se inicia con la determinación de catálogos y repositorios de búsqueda, los cuales nos permiten recolectar trabajos que contribuyan con ideas y criterios para la investigación.

La investigación tiene una relación relevante a tecnología, videojuegos y comportamiento infantil, los repositorios de búsqueda que nos ofrecen una cantidad significativa de trabajos de investigación acerca de estos temas son SCOPUS (Scopus, 2022), SPRINGER (Springer, 2022), IEEE XPLORE (IEEE Xplore, 2022) y RESEARCH GATE (ResearchGate, 2022).

Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión permiten encontrar características que se encuentran relacionadas al tema de investigación y aquellas que tienen estrecha relación con el objeto de estudio. Para el presente estudio, se listan los siguientes criterios de inclusión (CI):

- CI1: Estudios que especifiquen el comportamiento de los niños en un rango de 9 a 12 años con relación a los videojuegos.
- CI2: Estudios que indiquen métodos de programación utilizando arquitecturas de software implementadas en C#.
- CI3: Estudios que detallen la dimensión 3D, 2D y como se combinan para formar la 2.5D.

FASE 2: Presentar los resultados de la búsqueda

Criterios de exclusión y selección

Los criterios de exclusión permiten encontrar características que no tienen relación con el tema de investigación, aquellos que no son elegibles dentro del objeto de estudio. Para el presente estudio, se listan los siguientes criterios de exclusión (CE):

- CE1: Estudios publicados antes del año 2012.
- CE2: Estudios que no traten de videojuegos basados en puzzles.
- CE3: Estudios que presenten encuestas y análisis de comportamiento de niños menores a 9 años y mayores a 12 años.

Para realizar la selección, es importante utilizar los métodos antes mencionados que son las palabras claves y los repositorios de búsqueda. Por medio de las palabras claves se forman cadenas de búsqueda, palabras que se combinan a través de operadores booleanos que permiten incluir o excluir

términos. Estas cadenas se ingresan en los repositorios de búsqueda obteniendo varios resultados que son analizados por medio de criterios como:

- Títulos relacionados al tema.
- Cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión.
- Información relevante que aporte al objeto de estudio.

De esta forma, se genera un proceso de selección de artículos en base a las cadenas de búsqueda que se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1

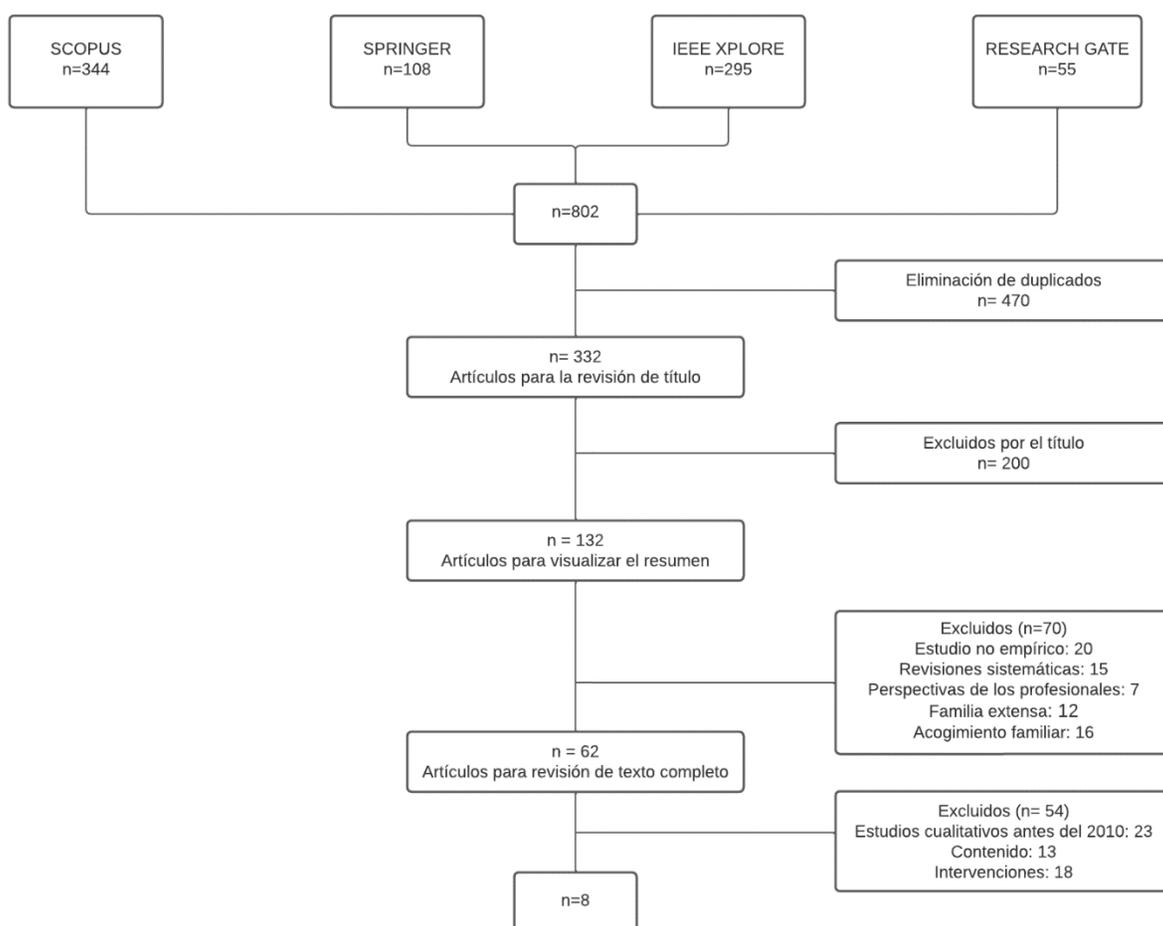
Resultados a través de cadenas de búsqueda.

Cadena de Búsqueda	Número de Artículos
("videogames" OR "games") AND ("social abilities" OR "social comparison" OR "social behavior") AND ("model" OR "semiotic model"))	2
("videogames" OR "games") AND ("puzzle" OR "concentration") AND ("model" OR "semiotic model"))	1
("videogames" OR "games") AND ("social abilities" OR "social comparison" OR "social behavior") AND ("candy crush" OR "tetris"))	9
("videogames" OR "games" OR "gamers") AND ("children concentration" OR "children behavior " OR "social behavior") AND ("candy crush" OR "tetris") AND ("music" OR "musical effects"))	11
("videogames" OR "games") AND ("3D" OR "2.5D") AND ("children concentration" OR "children behavior " OR "social behavior") AND ("candy crush" OR "tetris") AND ("music" OR "musical effects"))	1

Para explicar el proceso de selección de resultados se utiliza el método propuesto en PRISMA (Moher, Liberatii, Tetzlaff, & Altman, 2009), en este diagrama se resume el proceso de selección y depuración de la búsqueda. Ver Figura 2.

Figura 2

Diagrama de resultados.



El diagrama indica el total de resultados encontrados en cada uno de los repositorios en donde se aplicaron las cadenas de búsqueda obteniendo un total de 802 resultados. Partiendo de este número se comienza con la reducción de resultados por medio de criterios como la Eliminación de artículos

duplicados que, en este caso, reducen a los artículos encontrados a un total de 332, continuando con la exclusión, se analiza esta cantidad y se los excluye por medio del título dando como resultado un total de 132 artículos que se analizan en base a: estudios empíricos, revisiones sistemáticas, perspectivas de los profesionales, familias extensas y acogimiento familiar, el número de artículos excluidos es 70 por lo que se obtiene un resultado de 62 artículos que serán analizados por medio de la fecha de publicación, el contenido y las intervenciones. Como resultado final, se obtiene un total de 8 artículos que se encuentran completamente relacionados con el objeto de estudio funcionando como base y apoyo para la presente investigación.

Control de calidad de los resultados

En el grupo de control de calidad se agrupan todos los resultados obtenidos en base a los criterios de inclusión y exclusión, de forma que, se listan aquellos estudios que se relacionan completamente con la investigación.

Tabla 2

Grupo de control de calidad.

Código	Título	Citas	Términos Relevantes
CGS1	Game over for Tetris as a platform for cognitive skill training.	(Pilegard & Mayer, 2018)	Computer games, Spatial skills, transfer
CGS2	Does Video Gaming Have Impacts on the Brain: Evidence from a Systematic Review	(Brilliant, Nouchi, & Kawashima, 2019)	Brain, neuroplasticity, video gaming

Código	Título	Citas	Términos Relevantes
CGS3	Video Games in Education.	(Squire, 2022)	Applied computing, education

FASE 3: Almacenar y registrar los resultados de búsqueda.

Almacenamiento de las referencias

Mendeley es un gestor de referencias bibliográficas que almacena los artículos que se consideran relevantes para el objeto de investigación, permite la creación de colecciones en las cuales se guardan las referencias obtenidas después del proceso de selección, adquiriendo una biblioteca virtual. Otra de las ventajas que nos ofrece esta herramienta es que permite la eliminación de referencias duplicadas en caso de que existan ofreciendo una mejor visión de los artículos que se van referenciando en el presente documento.

Figura 3

Referencias almacenadas en Mendeley.

The screenshot shows the Mendeley desktop application interface. At the top, it displays 'Library' and 'Notebook' tabs, along with a 'Syncing' status and the user's name 'Daniela Orellana'. The main area shows a list of references under the heading 'All References / Tesis'. The list includes columns for 'AUTHORS', 'YEAR', 'TITLE', 'SOURCE', and 'ADDED'. The references listed are:

AUTHORS	YEAR	TITLE	SOURCE	ADDED
Pilegard C, Mayer R	2018	Game over for Tetris as a platform for cognitive skill training	Contemporary Educa	30/1/2023
Brilliant T. D, Nouchi R, Kawashima R	2019	Does Video Gaming Have Impacts on the Brain: Evidence f	Brain Sciences	30/1/2023
Oei A, Patterson M	2014	Playing a puzzle video game with changing requirements in	Computers in Human	30/1/2023
Squire K	2003	Video Games in Education	International Journal	30/1/2023
Pusey M, Wong K, Rappa N	2022	Using Case Studies to Explore Need Satisfaction and Frust	Games and Culture	30/1/2023
Esteves J, Valogianni K, Greenhill A	2021	Online social games: The effect of social comparison eleme	Information & Manag	30/1/2023
Chen C, Leung L	2016	Are you addicted to Candy Crush Saga? An exploratory stu	Telematics and Inform	30/1/2023
Navyashree S. and Vashisth S	2022	Game Addiction and Game Design: A Study Based Candy C	Ergonomics for Desig	30/1/2023

Registro y resumen de las referencias seleccionadas

En base a lo expuesto en la Figura 2, se obtienen 8 estudios primarios que presentan en la Tabla

3.

Tabla 3

Estudios Primarios.

Código	Título	Citas
EP1	Game over for Tetris as a platform for cognitive skill training.	(Pilegard & Mayer, 2018)
EP2	Does Video Gaming Have Impacts on the Brain: Evidence from a Systematic Review	(Brilliant, Nouchi, & Kawashima, 2019)
EP3	Playing a puzzle video game with changing requirements improves executive functions	(Oei & Patterson, 2014)
EP4	Video Games in Education	(Squire, 2022)
EP5	Using Case Studies to Explore Need Satisfaction and Frustration in Puzzle Video Games	(Pusey, Wong, & Rappa, 2021)
EP6	Online social games: The effect of social comparison elements on continuance behavior	(Esteves, Valogianni, & Greenhill, 2021)

Código	Título	Citas
	Are you addicted to Candy	
EP7	Crush Saga? An exploratory study linking psychological factors to mobile social game addiction	(Chen & Leung, 2016)
EP8	Game Addiction and Game Design: A Study Based Candy Crush Saga Players	(Navyashree, Vashisth, & Mishra, 2022)

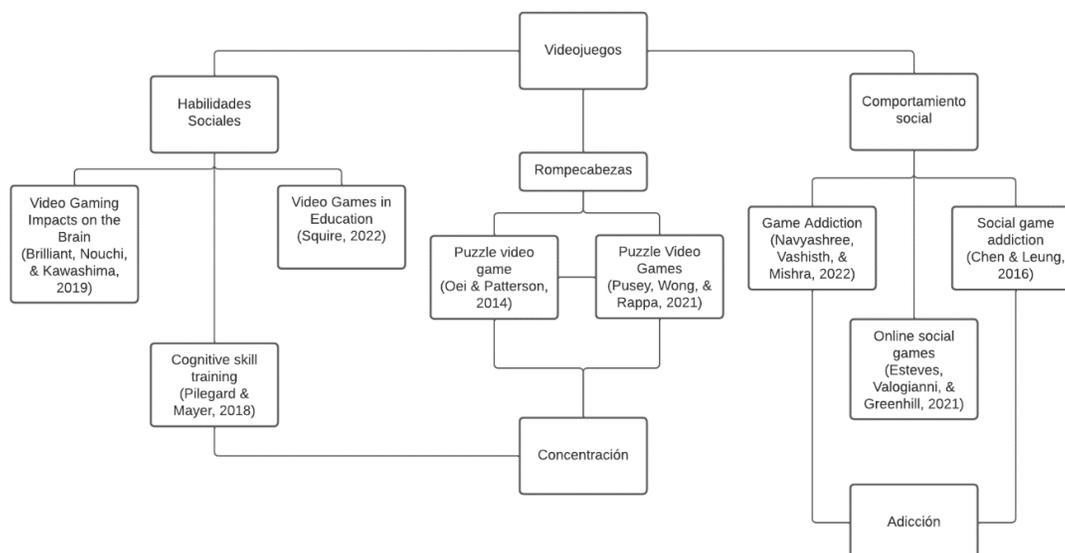
FASE 4: Organizar los resultados de la búsqueda.

Mapeo de Literatura

Para organizar los resultados de búsqueda, es recomendable ordenar las investigaciones recopiladas en base a ciertos criterios, por ejemplo, por orden cronológico o por enfoque teórico. Para tener una organización de forma visual se aplica el método de la “Perspectiva teórica” en el cual se realiza un mapa conceptual literario, conocido como *Literature Map*, basado en un criterio general a partir del cual se despliegan temas y subtemas que serán utilizados para el desarrollo del análisis teórico. Ver Figura 4.

Figura 4

Mapeo de Literatura.



FASE 5: Analizar e interpretar los resultados de los artículos seleccionados.

Resumen de los estudios primarios

EP1: Game over for Tetris as a platform for cognitive skill training. En este artículo se realiza una investigación acerca de las posibles habilidades espaciales transferibles que puede llegar a otorgar el videojuego Tetris. Se compara el resulta de aprendizaje en base a dos grupos, el grupo Tetris que se conforma de personas que no conocen mucho de videojuegos y el grupo Tetris mejorado que se forma con personas que no conocen el juego, pero reciben un entrenamiento dirigido. Al analizar los resultados, llegaron a la conclusión de que Tetris tuvo un efecto positivo en cuanto a la rotación mental de formas 2D parecidas a los tetrominos, de forma que, jugar Tetris permite que la capacidad mental de la rotación de formas mejore.

EP2: Impacts on the Brain: Evidence from a Systematic Review. Este artículo es una revisión sistemática que, a través de horas de entrenamiento, evalúa los efectos que tienen los videojuegos en cuanto a la neuro-plasticidad (capacidad del cerebro que adapta el aprendizaje, memorización y recuperación). Para realizar el estudio, eligen varios géneros de juegos, entre ellos los rompecabezas (Tetris), los efectos que demuestran las personas evaluadas con juegos de rompecabezas se asocian al

área de procesamiento visoespacial, así como a la actividad del área frontal y al cambio de conectividad funcional. Cuando se trata de Tetris se desarrolla aún más el procesamiento visoespacial y el área frontal ya que permiten realizar predicciones espaciales.

EP3: Playing a puzzle video game with changing requirements improves executive functions.

En este artículo se realizan estudios y pruebas para comprobar la mejora en funciones ejecutivas al jugar 4 tipos de videojuegos: acción, rompecabezas, estrategia en tiempo real y ritmo rápido. Mencionan que los videojuegos que no pertenecen al grupo de acción son más capaces de obtener un entrenamiento de funciones ejecutivas de orden superior, para esto, se evalúa a un grupo de adolescentes a través de tres tareas de control ejecutivo que son: (1) Tarea de flanqueador; (2) Tarea Go/No-go; (3) Cambio de Tarea. Al aplicar estas evaluaciones, los resultados demuestran que, únicamente el grupo entrenado con el videojuego de rompecabezas presentó mejoras en las tareas mencionadas. Los videojuegos como Tetris pueden limitar al aprendizaje, pero si este juego es modificado y se agregan más características se consigue un mejor resultado, por ejemplo, el videojuego tipo rompecabezas incluía más elementos que el jugador podía utilizar a medida que iba aumentando el nivel provocando que, al usar varios elementos del juego, sus redes de control cognitivo y ejecutivo, orientadas al funcionamiento ejecutivo y la resolución de problemas, aumenten y mejoren.

EP4: Video Games in Education. En este artículo se describe la historia de los videojuegos en un ámbito educativo. (Squire, 2022) menciona a varios artículos y estudios que han demostrado que varios educadores no consideran a los videojuegos como entornos digitales que pueden aportar al aprendizaje de los estudiantes, sin embargo, hay estudios que demuestran que los videojuegos representan una herramienta que genera reacciones emocionales y cambios a nivel de comportamiento y habilidad. Varios videojuegos han logrado unificar familias y grupos de amigos, formando así una materia prima dirigida hacia la cultura juvenil. Nombra tres elementos que permiten que los videojuegos sean

llamativos y entretenidos, estos son: desafío, fantasía y curiosidad. Uno de los artículos mencionados dentro de este estudio dice que la elección, fantasía y el desafío permiten desarrollar aprendizajes específicos debido a que, dependiendo del tipo de videojuego, se pueden realizar diferentes actividades. Los videojuegos abren un mundo de posibilidades en donde los usuarios pueden criar animales, diseñar distintas razas de criaturas, explorar mundos interactivos y participar en juegos de rol orientados a la fantasía.

EP5: Using Case Studies to Explore Need Satisfaction and Frustration in Puzzle Video Games.

En este artículo se realiza un estudio para determinar la frustración que se puede presentar en los jugadores y como esto afecta a la motivación para continuar con el juego y resolver los problemas que se presentan. Varios estudios han demostrado que los videojuegos provocan emociones en los jugadores, aunque no todas positivas. Al realizar la evaluación, concluyen que los datos recopilados demuestran que los jugadores que se llegaron a frustrar abandonaron el juego sin disfrutarlo debidamente, mientras que los jugadores que lograron cumplir los objetivos se motivaron y disfrutaron el juego. De esta forma, sugieren que los juegos que se quieran utilizar en contextos educativos tienen que presentar algunas características que logren generar competencia, respaldar la autonomía y motivar a los jugadores de modo que no se aburran ni abandonen el videojuego.

EP6: Online social games: The effect of social comparison elements on continuance behavior.

En este artículo se realiza una investigación acerca del efecto que producen los videojuegos en la comparación social a través de dos criterios que son: teoría de comparación social y teoría de autoeficacia. Al recopilar datos para poder medir el impacto que tienen las comparaciones sociales, se obtienen como resultados que los elementos que poseen más influencia en la comparación social son la identificación hacia arriba (asociada con las estrategias para realizar afrontamientos directos) y el contraste hacia abajo (asociado con elementos positivos acerca de capacidad, sensación de control y

autoestima). Se menciona la reciente situación del COVID-19 en el que se crearon algunas organizaciones para organizar juegos en conjunto vía online con el objetivo de apoyar y ayudar a que las personas socialicen, obtuvieron como resultado que muchas personas lograran lidiar con el estrés y la ansiedad que provocó el distanciamiento social. Para obtener resultados acerca de los procesos de comparación social, se realizan evaluaciones utilizando tres procesos de comparación que son: experiencias de dominio, experiencias vicarias y persuasión social. La hipótesis postulada fue que la intención de continuar en el videojuego está relacionada de forma positiva con el comportamiento de querer continuar en el juego. Se analizan otros videojuegos como Candy Crush, el cual incentiva a la motivación de los jugadores debido a que presenta tablas con puntuaciones de otros jugadores, de forma que, cuando los usuarios se llegan a identificar con otros, tratan de superarse a sí mismos, disfrutando aún más del juego y obteniendo una sensación de querer superar su desempeño en el juego.

EP7: Are you addicted to Candy Crush Saga? An exploratory study linking psychological factors to mobile social game addiction. En este estudio se analizan los factores por los que las personas se vuelven adictos al uso de videojuegos móviles, al obtener los resultados concluyen que la mayor parte de las personas que pueden considerarse adictas a los videojuegos, presentan características como soledad y aburrimiento. Para la evaluación utilizaron cuestionarios con preguntas acerca de cómo se sentían las personas y como se sentían al jugar Candy Crush. Este videojuego ofrece opciones y actividades para que las personas puedan interactuar con otros, provocando que los estados negativos disminuyan y se incremente el sentido de comunidad.

El juego de Candy Crush posee limitantes como las vidas que ofrece para el juego, esto ha provocado que muchas personas busquen la forma de obtener sus vidas completas para volver a jugar lo

antes posible, siendo este uno de los factores por los que los jugadores toman dependencia y se vuelven adictos al videojuego.

EP8: Game Addiction and Game Design: A Study Based Candy Crush Saga Players. Este artículo presenta una evaluación realizada a través de cuestionarios para determinar cuáles son los factores que influyen en la adicción al juego Candy Crush. Al realizar las evaluaciones se concluye que el juego posee varias características que hace que los jugadores mejoren su estado de ánimo al jugarlo, también se observa que cumple con tres características de los juegos en línea que son la contextualización, personalización y la persuasión, todas estas aplicadas a la resolución de cada uno de los niveles que se van presentando en el juego.

Capítulo III

Arquitectura de la solución

La arquitectura empleada en el desarrollo de este proyecto es la arquitectura monolítica. Un videojuego, a diferencia de otros productos software, requiere velocidad en cuanto al almacenamiento y manipulación de los datos, por esto, una estructura monolítica resulta una opción más viable. Además, gracias a la facilidad de construcción que ofrece Unity, se implementó un modelo basado en componentes, en donde cada componente implementa una estandarización propuesta para el proyecto de MVC (Modelo-Vista-Controlador).

En primer lugar, se realizó una investigación referente a Tetris para comprender sus mecánicas y como estas pueden ser replicadas. Además, se realizó una prueba de cada una de las mecánicas dentro del juego disponible para smartphones, de modo que se pueda conceptualizar tanto el funcionamiento, como el apartado gráfico del videojuego. Para complementar, se investigó sobre Candy Crush, donde sus mecánicas resultan ser más simples de lo que parecen a primera vista, se profundizó aún más en el

apartado gráfico y que ha evolucionado de forma ideal en móviles, adaptando sus mecánicas a las pantallas táctiles y ofreciendo un aspecto más innovador.

Después, se construyó el diseño de la mecánica, esta fase resulta ser una parte importante en el proyecto, que permite la obtención de los requisitos para el videojuego.

Tomando en cuenta la mecánica y los requisitos establecidos, se modeló el diseño arquitectónico del juego, que, a diferencia de un software tradicional, este cambia más rápido conforme se sigue desarrollando. Como se mencionó, el sistema se construyó sobre una arquitectura monolítica (Ver

Figura 5) que posee un núcleo (Core), el cual se ha denominado "GAMEPLAY CORE", basado en sistemas que funcionan de forma independiente, trabajando bajo once gestores diferentes, cada uno enfocado en un aspecto específico. En la Tabla 4, se muestran los gestores creados.

Tabla 4

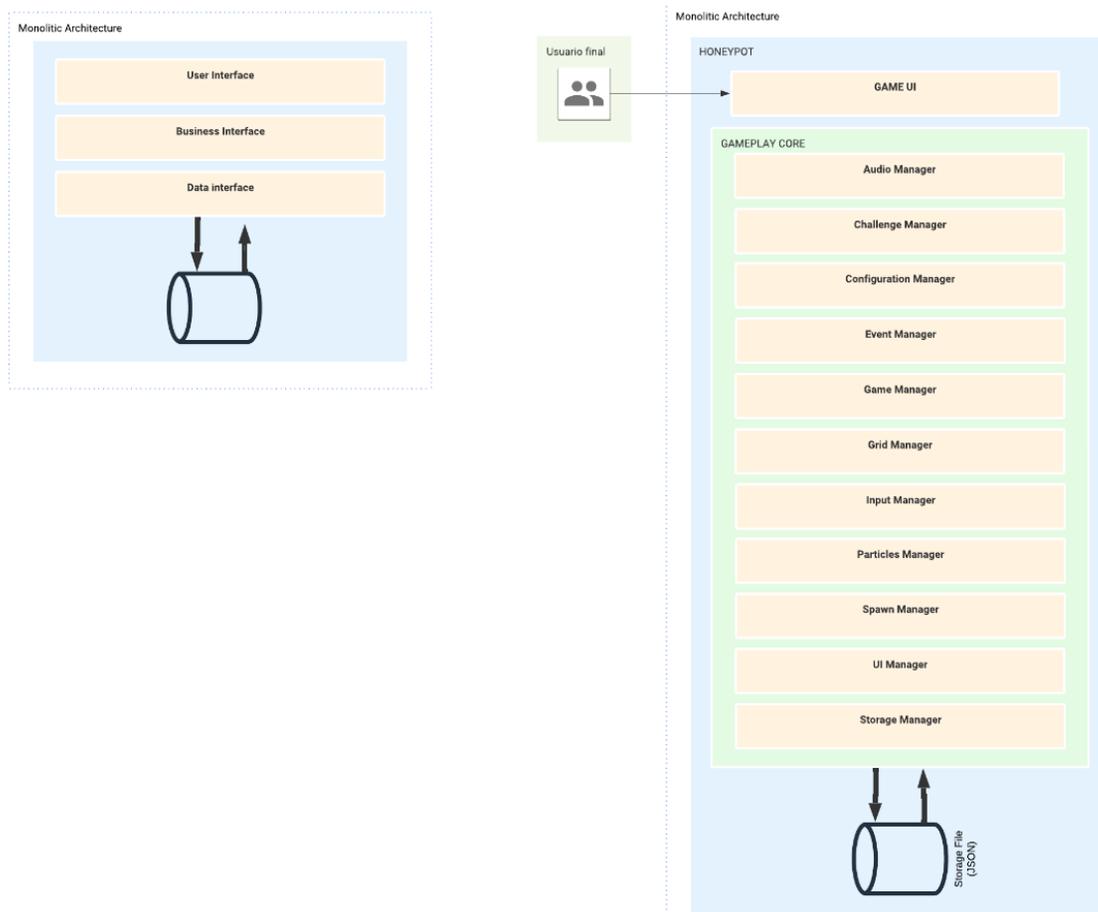
Gestores del videojuego.

Gestor	Función
Audio Manager	Gestiona todos los efectos de sonido del juego (UI, MUSICA, SX)
Challenge Manager	Gestiona y revisa que las misiones de los niveles sean actualizados o completados
Configuration Manager	Gestiona la configuración de cada nivel, encargándose inicializar cada uno de los componentes con alguna configuración precargada
Event Manager	Gestiona y controla los eventos del videojuego
GameManager	Gestiona los estados del juego, administra los aspectos que deben activarse o desactivarse, y especifica el objeto de turno que debe ser controlado por el usuario
Grid Manager	Gestiona el tablero del juego
Input Manager	Gestiona la interacción entre el jugador y el juego

Gestor	Función
Particles Manager	Es un punto donde se pueden gestionar las partículas del juego
Spawn Manager	Gestiona la creación y eliminación de los objetos, usando el <i>PoolSystem</i>
UI Manager	Gestiona la interfaz gráfica (UI) del juego
Storage Manager	Gestiona los datos del juego, es decir, realiza el CRUD (Create-Read-Update-Delete).

Figura 5

Arquitectura Monolítica implementada.



Capa de Interfaz de Usuario

Utilizando de base las interfaces de Tetris y Candy Crush, se construye una interfaz amigable a la vista del usuario. Para los colores, se implementaron colores que se relacionen con las abejas por lo que, se eligieron tonalidades amarillas y naranjas implementando también tonalidades cafés para crear un contraste agradable.

Como en las versiones móviles de tetris, se dispone un cajón de botones en la parte inferior de la pantalla con el fin de tener un acceso fácil al movimiento de los tetrominos. Además, se implementaron botones con distintas funcionalidades para realizar distintas acciones dentro del videojuego.

Capa de Negocio

Como se mencionó, la mecánica básica se ejecuta sobre 11 diferentes gestores, estos corresponden a la capa de negocio dentro de la arquitectura monolítica.

Capa de Datos

Se desarrolló un gestor especializado para la conexión con el fichero de datos, llamado *Storage Manager*, este en conjunto con los modelos de datos corresponden a la capa de datos de la arquitectura monolítica.

Análisis y Diseño

Requisitos

Para la definición de requisitos, se utiliza la norma IEEE 830

Requisitos Funcionales

1. Mecánica base del juego

Visualizar tetrominos y flores

Código REQ001

Descripción El videojuego deberá mostrar elementos como tetrominos y flores.

Entradas Datos randómicos para tetrominos y flores.

Salidas Se muestran los objetos.

Manejar componentes de movimiento.

Código REQ002

Descripción El videojuego deberá permitir que el usuario maneje los objetos en el juego.

Entradas Pulsación de pantalla en los botones creados y deslice en los objetos (flores).

Salidas Movimiento del tetromino y las flores.

Visualizar UI.

Código REQ004

Descripción El videojuego deberá mostrar una interfaz amigable y ordenada tomando en cuenta las necesidades del usuario.

Entradas Elementos UI

Salidas Visualización de los elementos distribuidos en la pantalla.

2. Efectos Audiovisuales

Controlar volumen

Código REQ006

Descripción El videojuego deberá permitir que el usuario controle el volumen del sonido y de la música que se presente en el juego.

Entradas

Salidas Cantidad de volumen tanto para sonido como para música.

Visualizar animaciones

Código REQ007

Descripción El videojuego deberá mostrar las animaciones creadas para cada una de las acciones que realice al jugar.

Entradas

Salidas Visualización de las animaciones.

3. Sistema de Puntajes

Visualizar Puntaje

Código REQ005

Descripción El videojuego deberá mostrar el puntaje por cada uno de los niveles que el jugador vaya superando, el puntaje aumenta en base a las combinaciones que el usuario logre formar.

Entradas Combinaciones de flores del mismo tipo.

Salidas Incremento en el puntaje.

4. Sistema de niveles

Visualizar Niveles

Código REQ008

El videojuego deberá mostrar los niveles en orden secuencial y

Descripción señalar aquellos que aún no ha superado el jugador, de igual forma se debe bloquear el acceso a los niveles que aún no puede acceder.**Entradas** Cumplimiento de los objetivos del nivel.**Salidas** Visualización del nivel superado y desbloqueo del siguiente nivel en orden secuencial.

Requisitos No Funcionales

1. Rendimiento

Número de requisito RNF01

Nombre requisito Rendimiento

Tipo X Requisito Restricción

Fuente del requisito Jugador

Prioridad del requisito X Alta/Eencial Media/Deseado Baja/ Opcional

El videojuego deberá funcionar de forma fluida sin que se produzcan una baja en los frames por segundo (lag), evitando una mala experiencia por parte del jugador.

2. Fiabilidad

Número de requisito	RNF02
Nombre requisito	Fiabilidad
Tipo	X Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Jugador
Prioridad del requisito	X Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

El videojuego deberá ser capaz de funcionar sin errores que afecten a la experiencia del jugador.

3. Disponibilidad

Número de requisito	RNF03
Nombre requisito	Disponibilidad
Tipo	X Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Jugador
Prioridad del requisito	<input type="checkbox"/> Alta/Eencial X Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

El videojuego deberá soportar actualizaciones o modificaciones de archivos que almacenen la información del progreso del jugador, de forma que pueda ejecutarse sin ningún problema.

4. Mantenibilidad

Número de requisito	RNF04
Nombre requisito	Mantenibilidad
Tipo	X Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Jugador

Número de requisito **RNF04**

Prioridad del requisito Alta/Eencial Media/Deseado Baja/ Opcional

El videojuego deberá tener una documentación entendible y sencilla, que permita extender el videojuego y solucionar posibles problemas o fallas que aparezcan a lo largo del tiempo de vida del juego.

5. Portabilidad

Número de requisito **RNF05**

Nombre requisito Portabilidad

Tipo Requisito X Restricción

Fuente del requisito Jugador

Prioridad del requisito Alta/Eencial Media/Deseado Baja/ Opcional

El videojuego funcionará en dispositivos con diferentes tamaños de pantalla y con el Sistema Operativo Android 5.1.2 en adelante.

Patrones de Diseño

Con el fin de proporcionar un sistema adaptable a nuevas mecánicas, de rendimiento moderado, y que sea fácil de controlar, se optaron por los siguientes patrones.

Máquina de Estados

Un juego se mueve dentro de un bucle el cual es gestionado a partir de diferentes estados, un claro ejemplo se presenta en el control de animaciones de cualquier juego, que, a partir del cambio de un estado, se reproduce cierta animación.

En el presente juego, la escena del nivel corre a partir de los estados *PlayState*, estado de juego donde toda la lógica corre; *PauseState*, detiene todo proceso del juego hasta que el usuario lo indique; *GameOverState*, detiene todo el ciclo del juego cuando el usuario no ha completado lo solicitado; *WinnerState*, estado final resultado de que el usuario logre completar las metas propuestas en el nivel.

Factory

De modo que el juego se convierta en un sistema extensible, se optó por el patrón Factory con el cual se pueden crear interfaces que funcionan como plantillas para las clases y componentes usados en el juego. Debido al uso constante de múltiples funciones similares pertenecientes a una misma familia, permite incorporarlas dentro de un grupo, de forma que el código se mantenga limpio.

Es importante señalar que utilizar este patrón permitió eliminar los datos basura generados en tiempo de ejecución y alojados en la memoria, otorgando una mejora en el rendimiento.

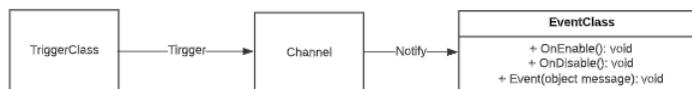
Observer

A diferencia de otros sistemas, un juego se plantea con un alto grado de desacoplamiento. El uso del patrón Observer evita el sobre acoplamiento y la referencia de objetos que hace que no se genere código espagueti (código mal estructurado e incomprensible) y referencias innecesarias. Adicionalmente, Unity brinda ciertas clases llamadas *UnityAction* y *UnityEvent*, que permiten la aplicación de este patrón de forma más simple.

Para mantener organizados los eventos, se aplican canales de comunicación, donde se colocan eventos de un mismo tipo. Para implementar el patrón Observer dentro de Unity, se realizó de la siguiente manera, cuando existe una clase Trigger/Gatillo, clase que se encarga de pedir la ejecución del evento, un canal se encarga de agrupar los eventos de un tipo en específico y la clase de evento que es la que efectúa las acciones una vez que se pide la ejecución del evento como se puede ver en la Figura 6.

Figura 6

Patrón Observer.



Object Pooling

El Object Pooling es considerado como una técnica de optimización antes que un patrón, pero gracias al estándar aplicado para utilizarlo se considera como un patrón de optimización. El objetivo radica en la reutilización de elementos creados con anterioridad, no se destruyen ni se crean los elementos, por lo que el uso de recursos de CPU, GPU y de Memoria son reducidos sustancialmente. Los objetos que no se utilicen son ocultados al jugador hasta que el juego lo requiera.

Para implementar el patrón Object Pooling, se establecen dos interfaces que heredan sus métodos a una clase abstracta para el Pool. La clase que hace el pool requiere de un objeto con métodos especiales para su activación y desactivación, donde estos objetos heredan métodos de la interfaz *PoolObject*. El diagrama del patrón se presenta en la Figura 7.

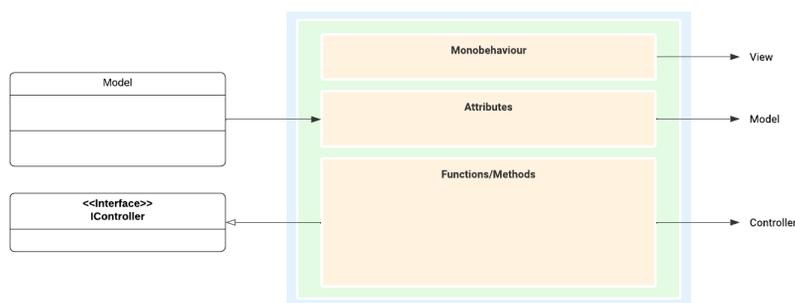
Figura 7

Patrón Object Pooling.

Para separar la arquitectura, el modelo se implementa dentro de clases o estructuras de datos, y las funciones a través de interfaces que brindan una plantilla para implementar. La Figura 8, es el modelo conceptualizado de la implementación de un MVC para Unity.

Figura 8

Patrón Modelo Vista Controlador.



Eventos

La comunicación por referencia puede ser un tipo de comunicación típico y más sencillo, aunque si se toma en consideración que el objeto puede o no existir, o que un objeto puede cambiar su estado, la comunicación por referencia se vuelve compleja y en algunos casos muy problemática al presentar errores. Por esto, para la comunicación entre los diferentes componentes del juego, se optó por el uso de eventos, permitiendo asimilar una estructura más desacoplada y modular.

Canales de Eventos

Eventos con nombres iguales o extensos pueden desembocar en conflictos al momento de ejecutar determinada acción. El uso de canales proporciona un medio por el cual no se genera este tipo de conflictos. Dentro de un determinado canal, por ejemplo, en el *PopChannel*, pueden existir eventos como *PopSingle*, *PopAround*, *PopAll*, los cuales permiten destruir objetos y esto facilita ejecutar, llamar y

disparar dichos eventos. La Figura 6, representa la implementación y funcionamiento del canal de eventos.

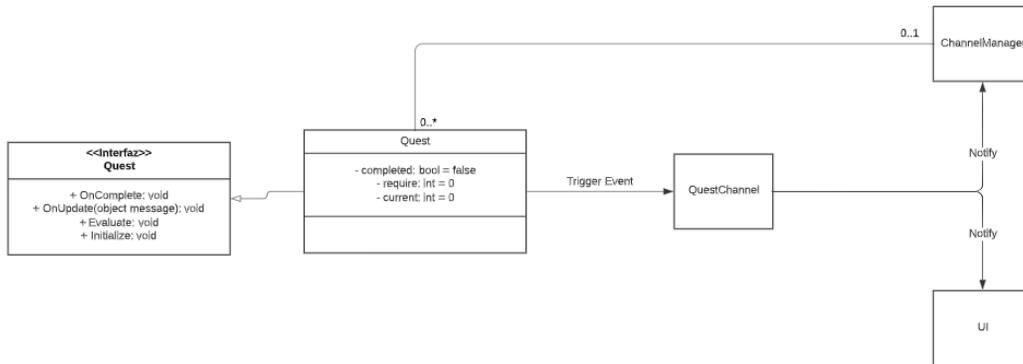
Quest

Las misiones, objetivos o retos son de suma importancia debido a que le brindan al jugador una actividad que cumplir durante el juego. Dentro del AssetStore de Unity se pueden encontrar varios paquetes de pago y otros gratuitos que pueden ser aplicados al proyecto. El tamaño y foco de estos paquetes se relaciona completamente en los juegos de tipo Role Player Game (RPG), los cuales se enfocan en completar misiones una detrás de otra, dichas misiones son proporcionadas por el Non Player Character (NPC). Debido a la extensión de dichos paquetes y la complejidad al momento de adaptarlos para su implementación, se optó por crear un sistema de misiones más sencillo.

Los ScriptableObjects son scripts persistentes de Unity que resultan ser útiles al momento de crear misiones ya que solo se requiere realizar cierta configuración que determine los parámetros básicos de la misión, como los elementos requeridos y objetivos, por lo que, cada vez que se ejecuta, se dispara un evento que actualiza los elementos que dependen de la misión, como la interfaz de usuario (UI). Para actualizar los eventos, serán llamados dependiendo de lo que se necesite. Las ventajas de los eventos se identifican dentro de este sistema, si un evento no existe e intenta ejecutarse no se genera ningún error, esto resulta útil ya que permite crear eventos de diferentes tipos con distintas funcionalidades sin temor a que exista un error si la misión no existe. La Figura 9 muestra un diagrama que explica el funcionamiento del sistema de eventos.

Figura 9

Funcionamiento del sistema de eventos.

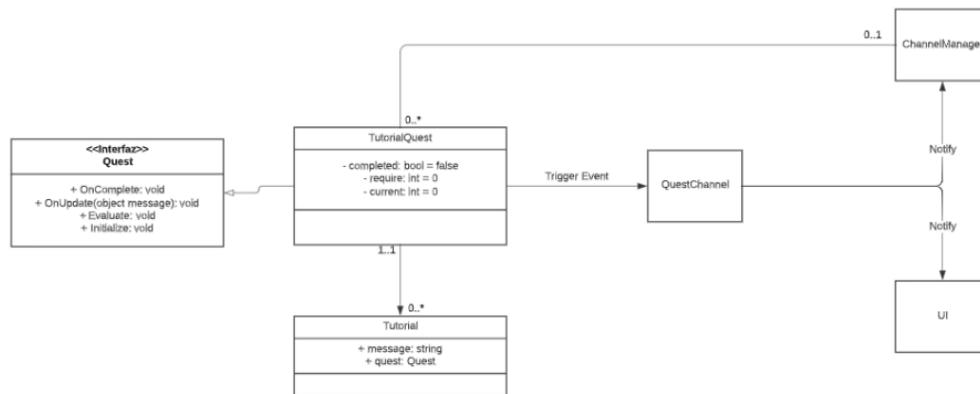


Tutorial

Tomando como origen al *Sistema de Misiones*, se construye un sistema de tutoriales que requiere de una lista de quests y un mensaje que explique qué debe hacer el usuario. En adición, requiere de una interfaz gráfica con diferente funcionamiento en base a los requerimientos que se quieran mostrar. Ver Figura 10.

Figura 10

Sistema de tutoriales.

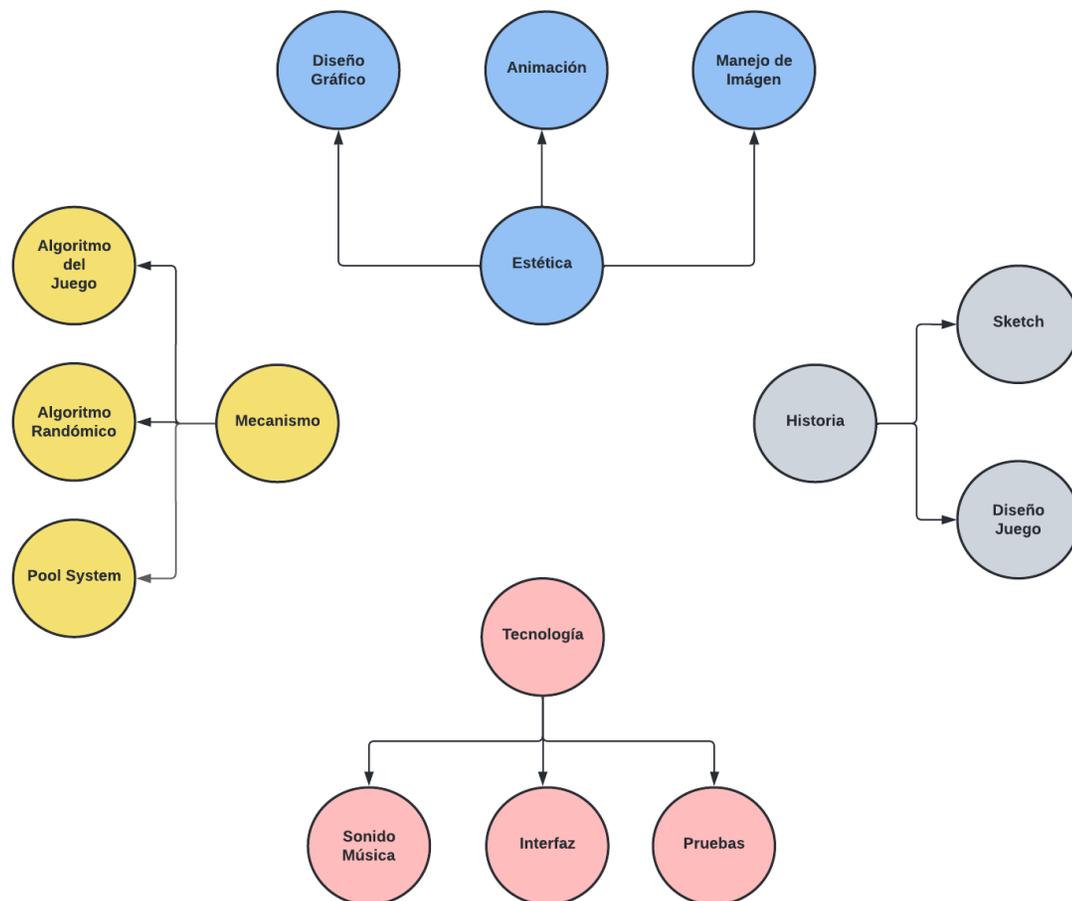


Modelo

Para el modelo del videojuego, se toma como base la propuesta del modelo Tetraédrico Elemental Modificado, el cual consiste en un modelo de diseño de videojuegos que ha sido editado en base a los requerimientos y desarrollo del videojuego propuesto. Ver Figura 11.

Figura 11

Modelo Tetraédrico Elemental Modificado.



Historia

Diseño del Juego

El concepto está enfocado en la mecánica de dos videojuegos basados en puzzles, en donde el usuario tiene la oportunidad de poner a prueba su habilidad espacial y motriz para ubicar figuras y relacionar objetos del mismo tipo.

Sketch

Para el videojuego se utilizó dos objetos principales que son los tetrominos y las flores. Para los tetrominos se utilizan cuatro figuras denominadas: J, L, Z, S, T, O e I, ilustrados en la Figura 12.

Figura 12

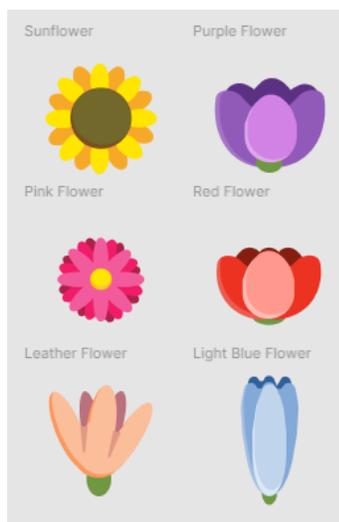
Tipos de Terominos.



Para las flores se utilizaron 6 tipos diferentes, cada una representando un color en específico de forma que el jugador pueda diferenciar fácilmente el tipo de objeto para formar grupos de 3 o más elementos iguales. El color amarillo se representa por los girasoles, el morado por los azafranes, el rosado por las dalias, el rojo por las pentas, el rosado por los tulipanes y el azul por la adormidera.

Figura 13

Tipos de Flores.



Estética

Diseño Gráfico

La pantalla que se visualiza en el videojuego consta de elementos como: (1) Una barra de progreso que se llena cada vez que el jugador aumenta el puntaje a través de la combinación de los objetos (flores); (2) Una etiqueta que indica el nivel en el que se encuentra el jugador; (3) Una sección que indica los objetivos del juego, representado a través de una imagen y una cantidad numérica; (4) Una matriz de 8x8 en donde se moverán los objetos, tanto tetrominos como flores; (5) Un grupo de 4 botones con opciones de movimiento hacia la izquierda, derecha y abajo, el cuarto botón pertenece a la opción de rotación (90°) de los tetrominos; (6) Un botón en la parte inferior en la esquina izquierda que contiene el icono de ajustes.

Manejo de Imagen

La distribución de elementos para la interfaz visual se compone de algunas funciones que trabajan mediante un Pool System que permite cargar objetos que van apareciendo a medida que el juego avanza. Los elementos que se muestran son: (1) Tetrominos: Elección randómica entre siete formas de tetrominos; (2) Flores: Elección randómica entre seis tipos de flores que irán dentro de cada cuadrado del tetromino; (3) Combinaciones: Formación de tres tipos de combinaciones que nacen de la unión de mínimo cuatro flores del mismo tipo.

Para la imagen de fondo se utiliza un conjunto de elementos que forman un paisaje en 3D que permite que el jugador pueda ambientarse dentro del juego.

Animación

El sistema de partículas que unity provee, en conjunto con diseño 2D, permite crear animaciones sencillas como las burbujas que aparecen cuando los tetrominos son destruidos o el enjambre de abejas que se muestra cuando un powerup es usado. Las animaciones que se utilizaron se

dividieron en dos tipos: burbujas y enjambre de abejas. Adicionalmente, el uso de DOTween permitió hacer transiciones y movimientos adecuados al ojo humano, como el deslizar de las flores, o los bloques que caen, también ayuda a dar vida a la interfaz gráfica ofreciendo transiciones agradables.

Tecnología

Interfaz

Tomando como inspiración el diseño de UI de Candy Crush y Tetris, se modelaron los assets del juego que conforman la interfaz gráfica. Estos diseños fueron seleccionados debido a que resultan ser llamativos y fáciles de entender, ya sean para niños o adultos. Para el diseño de cada uno de los elementos se realiza un diseño base en la herramienta Figma (Figma, n.d.).

Sonido/Música

La música representa una forma de expresión a través de la cual las personas pueden comunicarse. Para el videojuego elegimos la música celta, la cual se produce a través de instrumentos como la gaita, el violín y el arpa celta, generando un sonido que ayuda a calmar y tranquilizar la mente, además de mejorar la concentración.

Se combina la música celta con sonidos de la naturaleza como ríos, viento, y el trinar de las aves. Para los efectos especiales dentro del videojuego se utiliza el zumbido de las abejas, el sonido de burbujas y sonidos chip que conservan la idea de los videojuegos clásicos.

Pruebas

Para la evaluación se utiliza una ficha de Catalogación y Evaluación de Software Educativo elaborada por (Marqués), la cual toma en consideración varios criterios orientados en la calidad, funcionalidad y objetivos del software. Al completar la evaluación se obtienen 5 puntos importantes que son: observaciones, ventajas respecto a otros medios, problemas e inconvenientes destacados y que es

lo más importante por destacar. Esto permite tener una visión más amplia de la funcionalidad y aporte que brindará el software propuesto.

Mecanismo

Algoritmo del Juego

Como se ha especificado, el presente juego se compone principalmente de la combinación de las mecánicas de Tetris y Candy Crush. Ambas mecánicas fueron estudiadas y probadas en sus respectivos juegos de origen para después unirlos en un solo juego. Por ende, el algoritmo base se compone de dos partes esenciales, la manipulación de la pieza (tetromino) y el deslizar de los objetos (flores).

Para el algoritmo, una vez comienza el juego, se crea una pieza que se indica al *Game Manager* para que el usuario pueda manipularla. Los controles, basándose en los juegos de tetris modernos para smartphones, se encuentran en la parte inferior, son 4 botones para controlar el movimiento hacia la derecha, izquierda, abajo y para controlar la rotación. Cuando el usuario pulsa alguno de estos botones, la pieza especificada en el *Game Manager* puede realizar cualquiera de las acciones típicas del Tetris. En la Tabla 5, se especifica las acciones que puede hacer el usuario, además se menciona el movimiento *Caída* que es un evento constante manejado por el juego.

Tabla 5

Acciones y movimientos del juego.

Movimiento	Acción
<i>Derecha</i>	La pieza se mueve una unidad a la derecha
<i>Izquierda</i>	La pieza se mueve una unidad a la izquierda
<i>Rotación</i>	La pieza gira 90 grados contrario a las manecillas del reloj

Movimiento	Acción
<i>Abajo</i>	La pieza cae de forma instantánea
<i>Caída</i>	La pieza se desplaza de forma constante 1 unidad hacia abajo

Cuando alguna de las acciones se ejecuta, la pieza se mueve como es indicado y antes de actualizar el tablero con el valor de cada bloque contenido dentro de la pieza, se realiza la validación indicada en la Tabla 6, junto con un efecto contrario si el resultado de la validación ha sido negativo.

Tabla 6

Validaciones de movimientos para los tetrominos.

Movimiento	Validación	Caso contrario
<i>Derecha</i>	Si en el tablero alguno de los bloques dentro de la pieza intenta ocupar un lugar vacío dentro del tablero, se actualiza el tablero.	Si en el tablero, alguno de los bloques de la pieza intenta moverse a un lugar ya ocupado, la pieza retrocede a la izquierda un espacio
<i>Izquierda</i>	Si en el tablero alguno de los bloques dentro de la pieza intenta ocupar un lugar vacío dentro del tablero, actualiza el tablero.	Si en el tablero, alguno de los bloques de la pieza intenta moverse a un lugar ya ocupado, la pieza retrocede a la derecha un espacio
<i>Rotación</i>	La pieza se rota 90 grados en sentido antihorario, si en el tablero alguno de los bloques dentro de la pieza intenta ocupar	La pieza se rota 90 grados en sentido antihorario, si en el tablero alguno de los bloques dentro de la pieza intenta situarse en un lugar ya

Movimiento	Validación	Caso contrario
<i>Abajo</i>	un lugar vacío dentro del tablero, actualiza el tablero.	ocupado, la pieza gira 90 grado en sentido horario
	La pieza baja un espacio, si en el tablero alguno de los bloques dentro de la pieza intenta ocupar un lugar vacío dentro del tablero, actualiza el tablero	La pieza baja un espacio, si en el tablero alguno de los bloques dentro de la pieza intenta situarse en un lugar ya ocupado, la pieza sube un espacio.
<i>Caída</i>	La pieza baja un espacio, si en el tablero alguno de los bloques dentro de la pieza intenta ocupar un lugar vacío dentro del tablero, actualiza el tablero	La pieza baja un espacio, si en el tablero alguno de los bloques dentro de la pieza intenta situarse en un lugar ya ocupado, la pieza sube un espacio.

Cuando una pieza no puede desplazarse más abajo, se notifica que se debe crear una nueva pieza y especificarla al *Game Manager*, además, la pieza notifica a cada uno de sus componentes que su contenido ahora puede ser deslizado por el usuario.

La siguiente parte del algoritmo consiste en las mecánicas de Candy Crush, donde el bloque puede deslizarse una unidad hacia arriba, abajo, izquierda o derecha. Antes de realizar un movimiento, el jugador selecciona un bloque y al deslizarlo hacia alguna de las direcciones antes mencionadas, se validan dos cosas, de forma adyacente debe existir al menos un bloque en la dirección indicada, caso contrario la pieza no podrá moverse, la segunda validación se hace en base al movimiento especificado, este debe ejecutarse dentro del área del tablero, caso contrario no se moverá el bloque. Si las

validaciones son correctas, el bloque se mueve hacia la dirección especificada y de forma automática, el bloque en la posición requerida se moverá en la dirección contraria a la especificada. Cuando ambos bloques se mueven, a cada uno se le realiza validaciones similares a las del juego Candy Crush.

Tabla 7

Validaciones de movimientos para los bloques.

Validaciones	Acción
Si existen 5 o más bloques iguales en fila o columna	Explota el número de bloques iguales, dejando un bloque que se actualiza con un powerup (HoneyPot/Tazón de miel)
Si existen 4 bloques iguales en fila o columna	Explotan 3 bloques y el bloque sobrante es actualizado con un powerup(Bomb/Bomba)
Si existen 3 bloques iguales en fila o columna	Explotan 3 bloques

Cuando un bloque explota, se comunica al *Score Manager* para que actualice el puntaje con el valor de cada uno de los bloques explotados. Si ninguna de las validaciones se cumple, ambos bloques intercambiados regresan a su posición original.

Algoritmo de Power-Ups

Los Power-Ups son bloques especiales que ayudan a un jugador a cumplir sus misiones u objetivos, si se usan de forma correcta, puede terminar el nivel de forma más rápida. Un Power-Up se forma cuando se tienen 4 o más bloques iguales dentro de una misma fila o columna.

A diferencia de los bloques tradicionales que explotan cuando se encuentran con bloques de su mismo tipo, un Power-Up explota cuando se desliza con otro bloque que no necesariamente debe estar ubicado en su misma fila o columna. Al explotar pueden producirse los efectos mostrados en la Tabla 8.

Tabla 8

Efectos de los PowerUp

PowerUp	Efectos
<i>HoneyPot /Tazón de miel</i>	Destruye todos los bloques presentes en el tablero, con excepción de la pieza controlada por el usuario en ese momento
<i>Bomb/Bomba</i>	Destruye los todos los bloques adyacentes en una unidad de la bomba (Total de Bloques destruidos: 8)

Algoritmo Randómico

Los videojuegos, sobre todo los más actuales, utilizan algoritmos randómicos como parte fundamental de sus juegos ya que se implementan en varias situaciones y escenarios, un ejemplo claro es la generación procedural de un mundo o terreno, así como la generación de enemigos y Power-Ups.

Dentro de Unity existe un algoritmo ligero y rápido denominado *Marsaglia's Xorshift 128* (Marsaglia, 2003) en donde se generan los números pseudo-randómicos a través de un algoritmo computacional o matemático, este algoritmo requiere de un valor semilla conocido como *Seed Value* por el cual se inicia. Unity utiliza el valor del reloj interno de la computadora como valor semilla por lo que no es necesario iniciarlo manualmente. Al tomar el valor inicial, realiza un intercambio de valores binarios para finalmente ejecutar una operación XOR.

Pool System

Se conoce a Pool System como una técnica de optimización que tiene como objetivo reutilizar elementos que han sido creados con anterioridad, de esta forma, los elementos ya no serán creados ni destruidos permitiendo que el uso del CPU, GPU y memoria sean menores.

Implementación y Pruebas

Rendimiento

El rendimiento de la aplicación resulta ser una parte esencial durante la planificación y el desarrollo de un videojuego, si un juego que posee un rendimiento bajo, tiene un consumo de recursos elevados o sobrecalienta al dispositivo móvil, puede provocar una pérdida de jugadores.

Este es un requisito complejo de satisfacer ya que las configuraciones y necesidades varían de dispositivo en dispositivo, en otras palabras, no es lo mismo realizar un juego para un smartphone que para un computador debido a que los recursos de hardware y software son completamente diferentes.

Object Pool

Para optimizar un juego para un dispositivo móvil se tiene que considerar implementar de forma obligada el *Object Pooling*, ya que el CPU del smartphone funciona de forma diferente al de un PC, afectando a la creación y eliminación de múltiples objetos que reducen la velocidad del juego.

Imágenes

La resolución y tamaño de las imágenes es inferior dentro de un dispositivo móvil, debido a que el CPU y GPU tienen menores capacidades. Si se solicita renderizar imágenes de alta calidad, el juego comenzará a ralentizarse lo que provocará pérdida de usuarios de forma rápida. Unity por defecto recomienda el uso de imágenes de 2048px. Los dispositivos móviles actuales pueden cumplir este requerimiento, pero los dispositivos móviles de generaciones anteriores pueden presentar ciertos

problemas de rendimiento, por esto, se recomienda tener las imágenes en un tamaño de 512px y con una calidad mínima del 50% de la actual.

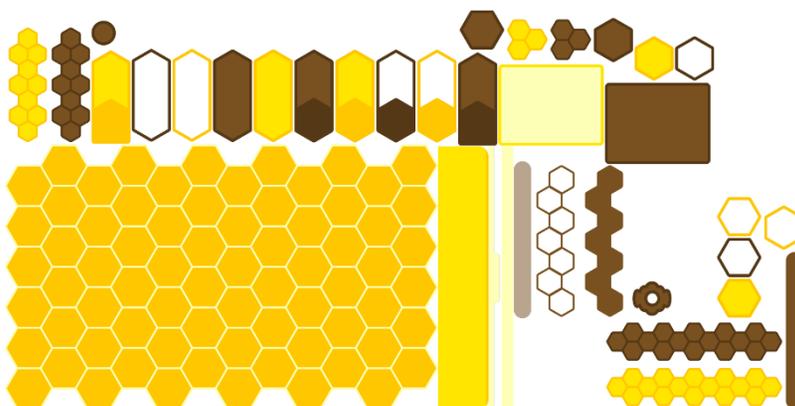
Batch y Atlas

Batch es el proceso en el que una imagen es enviada a la GPU para que sea renderizada. Un número elevado de Batches produce un consumo de CPU y GPU puesto que debe enviarse un alto número de imágenes a ser renderizadas de forma constante, reduciendo el rendimiento de forma considerable. De igual modo, es una de las principales razones por las que un dispositivo móvil se sobrecalienta de forma excesiva al momento de ejecutar el juego.

La solución más usada y aplicada dentro del desarrollo de juegos de todo tipo, ya sean para dispositivos móviles, para PC, o para consola, es el uso del Atlas. Un Atlas es una imagen de imágenes, en otras palabras, es una imagen que funciona como contenedor al llevar dentro todas las imágenes que se desean usar en el juego. En la Figura 14 se presenta un Atlas de texturas utilizado para la interfaz de usuario.

Figura 14

Atlas de texturas para el UI.

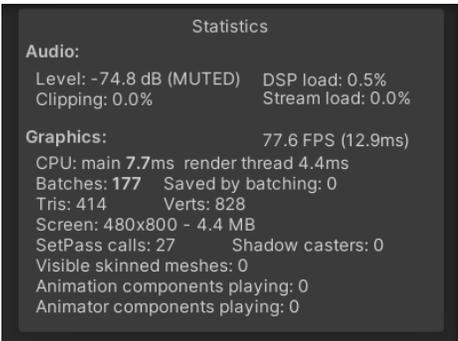
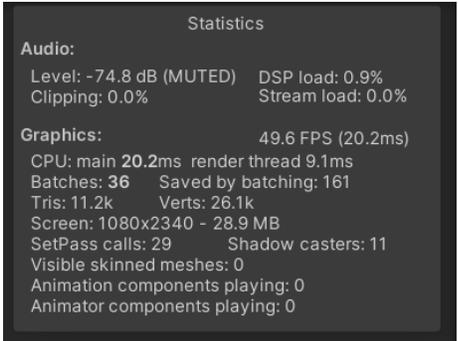


Este tipo de imágenes pueden ser realizadas a partir de múltiples técnicas y programas. Una opción es crearlos de forma manual con Photoshop y utilizar el SpriteEditor de Unity, pero esta forma

requiere de mucho tiempo de trabajo. El uso de aplicaciones de terceros como TexturePacker facilita mucho la construcción del Atlas y permite exportar directamente a Unity. Esto reduce el Batch, ya que, en lugar de enviar múltiples imágenes a renderizarse, solo se envía una. El decremento del Batch es significativo y aumenta el rendimiento de la aplicación evitando delays al momento de cargar un frame del juego. En la Tabla 9 se compara la reducción del Batch antes y después de aplicar texturas Atlas.

Tabla 9

Reducción del Batch al aplicar texturas Atlas.

Antes	Después
 <pre> Statistics Audio: Level: -74.8 dB (MUTED) DSP load: 0.5% Clipping: 0.0% Stream load: 0.0% Graphics: 77.6 FPS (12.9ms) CPU: main 7.7ms render thread 4.4ms Batches: 177 Saved by batching: 0 Tris: 414 Verts: 828 Screen: 480x800 - 4.4 MB SetPass calls: 27 Shadow casters: 0 Visible skinned meshes: 0 Animation components playing: 0 Animator components playing: 0 </pre>	 <pre> Statistics Audio: Level: -74.8 dB (MUTED) DSP load: 0.9% Clipping: 0.0% Stream load: 0.0% Graphics: 49.6 FPS (20.2ms) CPU: main 20.2ms render thread 9.1ms Batches: 36 Saved by batching: 161 Tris: 11.2k Verts: 26.1k Screen: 1080x2340 - 28.9 MB SetPass calls: 29 Shadow casters: 11 Visible skinned meshes: 0 Animation components playing: 0 Animator components playing: 0 </pre>
Batches: 177	Batches: 36

Unity Profiler

Unity proporciona una herramienta sumamente útil conocida como Profiler, es una herramienta que permite visualizar en tiempo de ejecución del juego su rendimiento y, analizando los datos que se obtienen, se puede determinar que debe ser cambiado u optimizado para mejorar el rendimiento de la aplicación.

Pruebas del sistema

LogCat

Cuando se instala Android Studio, proporciona acceso al LogCat, un sistema de log enfocado al móvil conectado al computador que resulta útil para observar la información de la aplicación entregada por el propio móvil, si existe algún error se puede determinar su origen y generar una solución óptima. Para acceder a este sistema y comprobar el funcionamiento del videojuego se puede utilizar la línea de comandos del ordenador, otra opción para poder acceder al sistema es el LogCat Window el cual se utilizó en el presente proyecto, permitiendo el acceso al log del móvil y la determinación de puntos de errores de la aplicación dentro del dispositivo.

Análisis de la aplicación

Para analizar el sistema se utiliza la Ficha de Catalogación y Evaluación de Software Educativo de (Marqués) dividiendo el análisis en dos secciones:

- **Identificación:** Se encarga de brindar información sobre el sistema (título, autor, editorial, temática, descripción, requisitos técnicos, destinatario, objetivos educativos y contenido).
- **Valoración:** Se valora cada uno de los aspectos funcionales, enfoque pedagógico, tipología de la aplicación y esfuerzo cognitivo.

Análisis de Resultados

Los resultados proporcionados por la ficha de (Marqués) indican que el proyecto puede aplicarse para entrenar, motivar, entretener, y evaluar al público objetivo, en este caso, los niños. De igual manera, se puede apreciar que este tiene un enfoque cognitivista debido a su combinación de mecánicas de Candy Crush y Tetris.

Dentro de los aspectos funcionales se pudo observar que se ha efectuado un puntaje total de cuarenta y dos, dando a entender que, en cuanto aspectos funcionales, cumple con las expectativas.

En relación con el esfuerzo cognitivo, el videojuego permite el uso del control psicomotriz, memorización, calculo razonamiento, imaginación, y resolución de problemas, estas áreas son relevantes debido a que con ellas se puede comprobar que el funcionamiento y enfoque resulta similar al que proporciona Candy Crush y Tetris.

Métodos

Participantes

Los participantes se escogieron en base a un rango de edad específico que fue desde 9 hasta 12 años, en base a esto se realizó una solicitud para poder asistir a una institución educativa que nos permitió realizar la evaluación de la aplicación a los estudiantes de sexto a octavo grado de nivel escolar. En total, 15 estudiantes fueron encuestados que fueron divididos en tres grupos, cada uno con cinco participantes, en el *Grupo 1* los estudiantes de sexto de básica, en el *Grupo 2* los de séptimo de básica y en el *Grupo 3* los de octavo de básica.

Definición de la Prueba

Como se ha mencionado con anterioridad, los videojuegos tienen la capacidad de activar áreas de cerebro específicas dependiendo del género. En el presente proyecto, se hace una evaluación para determinar si el juego desarrollado activa las mismas áreas que Tetris y Candy Crush, con el fin de que pueda ser aplicado en un medio educativo para mejorar la atención de los niños.

Diseño de la Prueba

Para las pruebas existen múltiples formas que pueden ser aplicadas para medir el grado de atención, motricidad, procesamiento visual y otras áreas del cerebro, a pesar de ello, no es factible

usarlas para evaluar este juego debido a que se requiere analizar la aplicación de antes y después de que el niño pruebe unos niveles del videojuego.

Con motivo de aplicar y medir las áreas del cerebro que se activan en los niños, se optó por el uso y aplicación de un juego didáctico muy conocido llamado *Búsqueda de Objetos*. Uno de los juegos desarrollados con este tipo de objetivos es *¿Dónde está Wally?* (Handford, s.f.), el juego donde se activan áreas del cerebro como la atención y procesamiento visual cuyo fin radica en encontrar al personaje de vestimenta blanca y roja. Hoy en día, muchas personas reconocen este juego a pesar de no haberlo jugado, la *Búsqueda de Objetos* es un juego similar, donde dada una imagen, el jugador tiene que encontrar los objetos especificados.

Este juego tiene la capacidad para activar áreas del cerebro como el procesamiento visual, la atención espacial, la memoria a corto plazo y la memoria de trabajo.

Ejecución de la prueba

Introducción al juego

Se realizó una breve introducción con la ayuda de diapositivas que explicaban el juego, las mecánicas básicas y los elementos como los bloques y Power-Ups, tratando de utilizar colores y elementos gráficos llamativos, además de palabras cortas y comprensibles logrando que los niños se concentraran lo suficiente y comprendieran el objetivo del juego. De esta forma, los niños comprendieron de qué trataba el videojuego y como sería su funcionamiento de forma general.

Figura 15

Presentación del juego en diapositivas.



Prueba de preparación

Se entregó a cada niño una prueba impresa con el formato presentado en el Anexo 2, haciendo uso de la Figura 16. Se les indicó que tenían un tiempo límite de cinco minutos para resolver esta prueba y que no era necesario que encontraran todos los objetos, lo importante era que busquen los que más podían dentro del tiempo límite.

Figura 16

Búsqueda de objetos antes de probar el juego.



Videojuego

Para esta fase se entregó una copia del juego a cada uno de los niños presentes, donde tuvieron la oportunidad de probarlo en un tiempo de diez minutos. Los niños pasaron por el tutorial y jugaron los niveles que alcanzaron a completar.

Prueba final

Finalmente, cuando transcurrió el tiempo de juego, se entregó una prueba impresa con el formato del Anexo 2 a cada uno de los niños utilizando la Figura 17. Al igual que en la fase de *Prueba de Preparación*, se otorgó un tiempo límite de cinco minutos indicando que no era necesario que encontraran todos los objetos, sino el mayor número posible.

Figura 17

Búsqueda de Objetos después de probar el juego.



Capitulo IV

Discusión

Con los resultados de ambas pruebas, se analizaron los datos comparando los resultados antes y después de que los niños probaran el videojuego. Para exponer los resultados se analizó el tiempo y el número de objetos encontrados (NOE) en base a cada uno de los participantes, para ambas etapas (antes y después de probar el videojuego) se establece un tiempo máximo de 5 minutos para encontrar 22 objetos. Además, para la prueba del videojuego, se entregó un celular con el videojuego instalado a cada uno de los niños, para esto se estimó un tiempo de 10 minutos en los cuales se dio la instrucción de que jueguen hasta el nivel que logren avanzar, para analizar esto se tomó en cuenta el número de niveles superados (NNS) por cada uno.

Resultados Grupo 1

Para este grupo, se entregó la imagen presentada en la Figura 16 en la cual se pidió que señalen los objetos definidos en el margen, después de una breve explicación que duró un estimado de 10

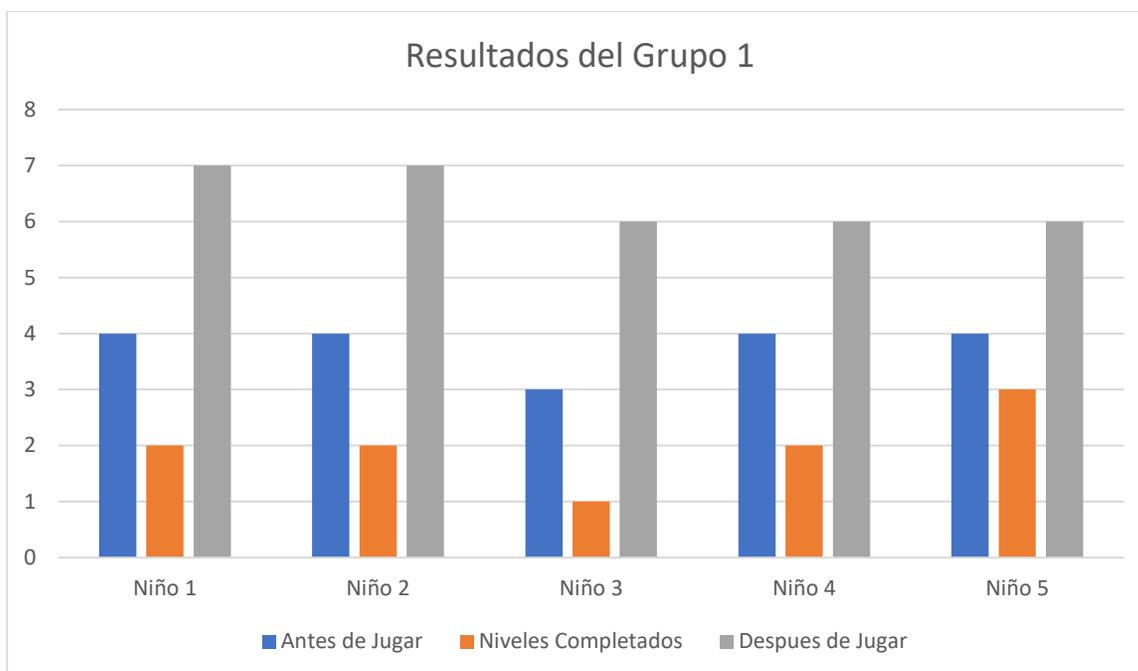
minutos, obtuvimos los siguientes resultados: para el primer niño (NOE: 6), para el segundo niño (NOE: 7), para el tercer niño (NOE: 6), para el cuarto niño (NOE: 6) y para el quinto niño (NOE: 5).

Como siguiente paso, se entregó a cada uno de los niños un celular con el videojuego. Al iniciar el tutorial que ofrece el aplicativo, lograron comprender el funcionamiento de manera rápida y empezaron a jugar, al finalizar el tiempo determinado se obtuvieron los siguientes resultados: para el primer niño (NNS: 2), para el segundo niño (NNS: 2), para el tercer niño (NNS: 1), para el cuarto niño (NNS: 2), para el quinto niño (NNS: 3).

Para finalizar la evaluación, se entregó la imagen presentada en la Figura 17 en la que se indicó que tendrán que realizar la misma actividad que hicieron al iniciar la evaluación, después de explicar nuevamente el funcionamiento de la “*Búsqueda de Objetos*” se otorgó el tiempo de 5 minutos para que pudieran encontrar los objetos que más podían, al terminar, obtuvimos los siguientes resultados: para el primer niño (NOE: 7), para el segundo niño (NOE: 7), para el tercer niño (NOE: 6), para el cuarto niño (NOE: 6) y para el quinto niño (NOE: 6). En la Figura 18 se aprecian los resultados obtenidos.

Figura 18

Resultados del Grupo 1 organizados en un diagrama de barras.



Al comparar estos resultados antes y después de haber entregado el aplicativo, no existe una diferencia tan significativa en el resultado de los objetos encontrados en cada una de las imágenes, el NNS es casi similar en todos los niños por lo que tampoco se tiene una relación proporcional al NOE. En este caso, existe un avance pequeño en la mejora de la concentración de los niños de sexto grado.

Resultados Grupo 2

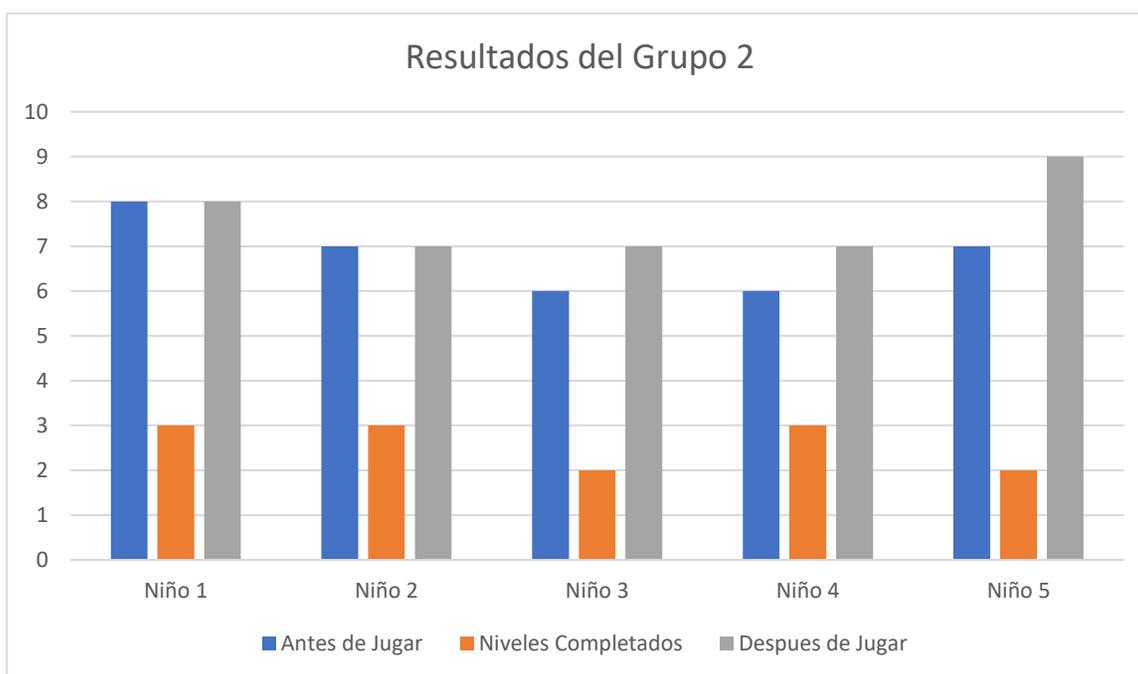
Para este grupo, se entregó la imagen presentada en la Figura 16 dando las mismas indicaciones que se dieron en el Grupo 1, después de una breve explicación, obtuvimos los siguientes resultados: para el primer niño (NOE: 8), para el segundo niño (NOE: 7), para el tercer niño (NOE: 6), para el cuarto niño (NOE: 6) y para el quinto niño (NOE: 7).

En la siguiente fase se entregó a cada uno de los niños un celular con el videojuego. Después de que iniciaron el tutorial, empezaron a jugar. Al finalizar el tiempo determinado, se obtuvieron los siguientes resultados: para el primer niño (NNS: 3), para el segundo niño (NNS: 3), para el tercer niño (NNS: 2), para el cuarto niño (NNS: 3), para el quinto niño (NNS: 2).

Para finalizar, se entregó la imagen presentada en la Figura 17 en la que se indicó lo mismo que al Grupo 1, después de la explicación, se otorgó el tiempo de 5 minutos para que pudieran encontrar los objetos, al terminar, obtuvimos los siguientes resultados: para el primer niño (NOE: 8), para el segundo niño (NOE: 7), para el tercer niño (NOE: 7), para el cuarto niño (NOE: 7) y para el quinto niño (NOE: 9). En la Figura 19 se muestran los resultados obtenidos dentro de un diagrama de barras.

Figura 19

Resultados del Grupo 2 organizados en un diagrama de barras.



Al comparar estos resultados antes y después de haber entregado el aplicativo, podemos observar una pequeña diferencia en el NOE en comparación al Grupo 1 y en cuanto al NNS, se observó que este grupo obtuvo un mejor desempeño en superar los niveles de forma más rápida. La diferencia entre los resultados de los objetos encontrados varía un poco más a comparación del primer grupo, por lo que se puede observar que en este rango de edad (9-10 años) existe un mejor resultado en cuanto a la concentración luego de jugar un videojuego.

Resultados Grupo 3

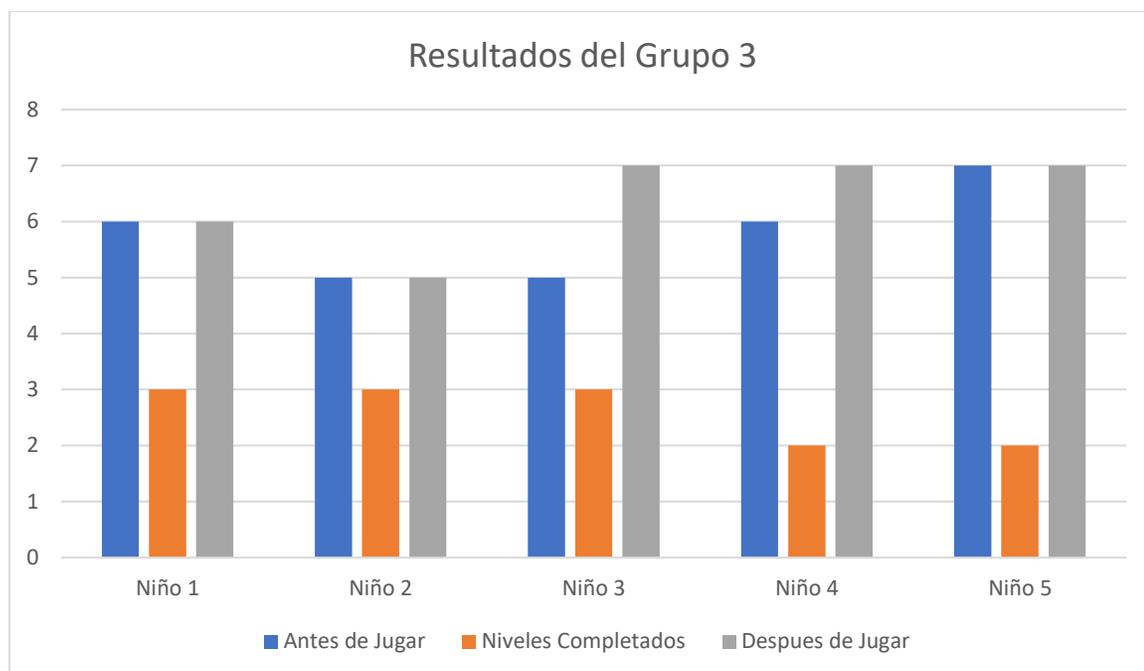
Para este grupo, se entregó la imagen de la Figura 16 y, al igual que los grupos anteriores, se explicó brevemente el requerimiento en esta primera etapa de evaluación, para esto, obtuvimos los siguientes resultados: para el primer niño (NOE: 6), para el segundo niño (NOE: 5), para el tercer niño (NOE: 5), para el cuarto niño (NOE: 6) y para el quinto niño (NOE: 7).

Para la siguiente fase se entregó el videojuego dando un corto tiempo para que los niños pudieran seguir el tutorial con el fin de que comprendan de que trata el videojuego. Cuando el tiempo determinado finalizó, se obtuvieron los siguientes resultados: para el primer niño (NNS: 3), para el segundo niño (NNS: 3), para el tercer niño (NNS: 3), para el cuarto niño (NNS: 2), para el quinto niño (NNS: 2).

Para finalizar, se entregó la imagen presentada en la Figura 17, indicando los mismos pasos especificados en los grupos anteriores, al terminar el tiempo determinado, obtuvimos los siguientes resultados: para el primer niño (NOE: 6), para el segundo niño (NOE: 5), para el tercer niño (NOE: 7), para el cuarto niño (NOE: 7) y para el quinto niño (NOE: 7). En la Figura 20 se pueden observar los resultados dentro de un diagrama de barras.

Figura 20

Resultados del Grupo 3 organizados en un diagrama de barras.



Al comparar estos resultados, podemos observar una diferencia más significativa en el NOE, sin embargo, al comparar los resultados obtenidos en el NNS se concluye que el número de niveles que superan no repercute en su nivel de concentración.

Análisis Final

Cuando los niños tuvieron la oportunidad de probar el videojuego asumieron retos dentro de cada uno de los niveles que iban superando, en cada uno se especificaba una tarea en específico que resolvieron en base a la estrategia que consideraban conveniente, utilizando los elementos que se entregaban dentro del juego como el deslizar objetos o mover las piezas dependiendo de lo que necesitaban para culminar con el nivel.

Se pudo observar que cada niño entendía de forma distinta como jugar, sus respuestas para resolver cada uno de los niveles fueron distintas, de forma que, iban armando su propia planificación y modelo en base a las piezas, juntando de diferente forma cada una de estas para lograr unir el grupo de objetos que se solicitaba en cada nivel.

Con los resultados de los tres grupos se observó que el que tuvo más avance y un progreso un poco más significativo fue el Grupo 2, perteneciente a séptimo grado de educación básica (9-10 años), en el cual se obtuvo un NOE mayor después de haber jugado. En base a esto, observamos que su concentración aumentó al igual que su destreza para desarrollar estrategias para la resolución de problemas, estos cambios, a pesar de no ser visibles, se dan principalmente en las redes orientadas al control ejecutivo y cognitivo ubicadas en el cerebro.

Capítulo V

Conclusiones

Este trabajo se dividió en dos partes que constan de la investigación y el desarrollo, en cuanto a la investigación en base a los dos videojuegos (Tetris y Candy Crush) que se tomaron como base para la creación del juego propuesto, se pudo determinar que, dependiendo de las habilidades que se quiera desarrollar o mejorar, se debe escoger el tipo de videojuego ya que cada uno se especializa en activar o mejorar el rendimiento de partes específicas en el cerebro.

Es posible utilizar videojuegos para la educación siempre que se tenga en claro cuál es el objetivo de aprendizaje, existen varios trabajos de investigación que se especializan en determinados tipos de videojuegos en donde explican sus beneficios y qué se podría conseguir si se lo llega a implementar en un ámbito educativo. En cuanto al videojuego propuesto, que es de tipo puzzle, observamos que si se lo aplica permitiría mejorar la concentración y el desarrollo de estrategias para la solución de problemas en edades mayores a 9 años.

Por la parte de desarrollo, el uso de diversos patrones permitió que el rendimiento y la lógica del programa mejoren, es importante destacar el uso de Pool aplicado como un patrón de optimización implementado para la reducción y consumo de memoria en tiempo de ejecución el cual permitió que el

juego sea más óptimo. Además, la adaptación del MVC, a modo de estandarización de componentes, facilitó la codificación y entendimiento entre los desarrolladores.

El uso de Unity permitió que el desarrollo y diseño del juego sean menos complejos ya que ofrece un framework e información bastante detallada que se expone en distintos foros, multimedia y páginas web. Los recursos gráficos, al considerar el entorno móvil en el que funcionaría la aplicación, se contempló una compresión y reducción de tamaños para los elementos que se utilizaron en la interfaz gráfica, además, el uso de los colores se orientó a un entorno móvil considerando la edad a la que iba dirigida el videojuego, tomando en cuenta la importancia de captar su atención y de darles facilidades de comprensión del videojuego por medio de un tutorial que les indicaba cada uno de los elementos desplegados en la aplicación.

Recomendaciones

La construcción y desarrollo de un juego resulta más compleja que un software tradicional debido a la necesidad de coordinar de manera correcta la lógica que se ejecuta de forma continua con la parte visual. Lo más complejo, al igual que otros sistemas, es el apartado visual ya que requiere que sea óptimo y atractivo. Si un juego no puede captar y retener la atención de los jugadores, no podrá sustentarse. Para lograr este cometido, es recomendable realizar una investigación sobre un determinado juego a partir del cual se puedan determinar los objetos visuales que más se adapten al público y emularlos, otro factor importante es comprender la teoría del color para construir un producto agradable a la vista.

Este estudio presentó otra limitación en cuanto a la pequeña muestra de población que tuvimos para poder realizar las pruebas, para obtener mejores resultados, que resulten un poco más visibles y notorios, se requiere de una inversión más larga de tiempo y una mayor cantidad de personas que

puedan probar el videojuego para que, en base a encuestas, se pueda medir su rendimiento y comprobar las hipótesis planteadas por los estudios orientados al aprendizaje con videojuegos.

Trabajos Futuros

Este trabajo contiene los beneficios educativos que se pueden obtener al aplicar videojuegos basados en puzzle dentro de un ámbito educativo. Como trabajo futuro, en base a este estudio y a los métodos que se aplicaron para validar, se puede realizar una investigación acerca de otro tipo de videojuegos ya que existe un gran vacío en cuanto a los beneficios educativos de muchos aplicativos que se han creado hasta la actualidad.

Se puede aplicar un análisis similar con otro tipo de videojuego en donde se tenga la oportunidad de comparar los resultados obtenidos con avances previamente definidos en diferentes estudios ambientados a distintos juegos desarrollados o que se encuentren en desarrollo. De igual forma, se puede aplicar la misma mecánica que se utilizó en este estudio y combinar dos videojuegos diferente que pueden o no pertenecer al mismo tipo, de forma que se obtenga la mayor parte de beneficios posibles dando una alternativa diferente y viable para los educadores.

Bibliografía

- Brilliant, D. T., Nouchi, R., & Kawashima, R. (2019). Does Video Gaming Have Impacts on the Brain: Evidence from a Systematic Review. *Brain Sci*, 9(10).
- Chen, C., & Leung, L. (2016). Are you addicted to Candy Crush Saga? An exploratory study linking psychological factors to mobile social game addiction. *Telematics and Informatics*, 1155-1166.
- Esteves, J., Valogianni, K., & Greenhill, A. (2021). Online social games: The effect of social comparison elements on continuance behaviour. *Information & Management*.
- Figma. (s.f.). Obtenido de Figma: the collaborative interface design tool: <https://www.figma.com/>
- Handford, M. (s.f.). *¿Dónde está Wally?* Obtenido de <https://wally.walker.co.uk>
- Ibarra, D. (17 de September de 2019). *Tetris y Candy Crush utilizados para detectar el Alzheimer*.
- IEEE Xplore. (2022). *Descripción general de IEEE Xplore*. Obtenido de IEEE Xplore: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplorehelp/overview-of-ieee-xplore/about-ieee-xplore>
- King. (s.f.). *Candy Crush*. Obtenido de <https://www.king.com/es/game/candycrush>
- Marqués, P. (s.f.). Ficha de Catalogación y evaluación de Software Educativo. Obtenido de http://recursostic.educacion.es/observatorio/apls/descargas/archivos/Ficha_evaluacion_programas.pdf
- Marsaglia, G. (2003). Xorshift RNGs. *The Florida State University*.
- Moher, D., Liberatij, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The. *PLOS Medicine*, pág. 6(7). doi:10.1371/journal.pmed.1000097

Navyashree, S., Vashisth, S., & Mishra, W. (2022). Game Addiction and Game Design: A Study Based Candy Crush Saga Players. *Ergonomics for Desing and Innovation*.

Oei, A. C., & Patterson, M. D. (2014). Playing a puzzle video game with changing requirements improves executive functions. *Computers in Human Behavior*, 216-228.

Pilegard, C., & Mayer, R. E. (2018). Game over for Tetris as a platform for cognitive skill training. *Contemporary Educational Psychology*, 29-41.

Pusey, M., Wong, K. W., & Rappa, N. (2021). Using Case Studies to Explore Need Satisfaction and Frustration in Puzzle Video Games. 752-772.

ResearchGate. (2022). *Descripción general de ResearchGate*. Obtenido de ResearchGate:
<https://www.researchgate.net/about>

Sabatés Arnau, L., & Sala Roca, J. (23 de Abril de 2020). La revisión de la literatura científica: Pautas, procedimientos y criterios de calidad. *Semantic Scholar*.

Scopus. (2022). *Descripción general de Scopus*. Obtenido de Scopus:
https://www.elsevier.com/solutions/scopus?dgcid=RN_AGCM_Sourced_300005030

Springer. (2022). *Descripción general de Springer*. Obtenido de Springer:
<https://link.springer.com/termsandconditions>

Squire, K. (2022). Video Games in Education . *Massachusetts Institute of Technology*.

Tetris. (s.f.). *Tetris*. Obtenido de <https://tetris.com/play-tetris>

Apéndices