

INTERACION

Revista Digital de **AIPO**

Asociación Interacción Persona-Ordenador

Vol. 2, No 1 (2021)

Comité Editorial

ISSN electrónico: 2695-6578

Editado en: Asociación Interacción Persona-Ordenador (AIPO)
C/ María de Luna, 1, Universidad de Zaragoza, Departamento
de Informática e Ingeniería de Sistemas, edificio Ada Byron,
50018 – Zaragoza,
aipo@aipo.es

Año de edición: 2021

Editores: Lourdes Moreno
Universidad Carlos III de Madrid

Cristina Manresa Yee
Universitat de les Illes Balears

Publicado por: Asociación Interacción Persona-Ordenador (AIPO)
C/ María de Luna, 1, Universidad de Zaragoza, Departamento
de Informática e Ingeniería de Sistemas, edificio Ada Byron,
50018 – Zaragoza,
aipo@aipo.es

Equipo editorial

Julio Abascal, Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea

Sandra Baldassarri, Universidad de Zaragoza

Federico Botella, Universidad Miguel Hernández de Elche

César Collazos, Universidad del Cauca, Colombia

Raquel Hervás Ballesteros, Universidad Complutense de Madrid

Rosa Gil, Universitat de Lleida

Toni Granollers, Universitat de Lleida

Francisco Gutiérrez, Universidad de Granada

José Antonio Macías: Universidad Autónoma de Madrid

José Ignacio Panach, Universitat de València

Pere Ponsa, Universitat Politècnica de Catalunya

Arcadio Reyes Lecuona, Universidad de Málaga

Revisores adicionales en este número

Jeferson Arango López, Universidad de Caldas (Colombia)

Sandra Cano, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile)

Ruth Sofía Contreras Espinosa, Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya (España)

Eva Cerezo, Universidad de Zaragoza (España)

Elena de la Guía, Universidad Castilla La Mancha (España)

Jaime Ignacio Díaz Arancibia, Universidad de la Frontera (Chile)

Jesús Gallardo Casero, Universidad de Zaragoza (España)

Carina S. González González, Universidad de La Laguna (España)

Nuria Medina Medina, Universidad de Granada (España)

Jaime Muñoz Arteaga, Universidad Autónoma de Aguascalientes (Méjico)

Patricia Paderewski Rodríguez, Universidad de Granada (España)

Victor Manuel Peñenori, Universidad de San Buenaventura (Colombia)

Preámbulo

Los sistemas interactivos influyen en todos los aspectos de la vida de las personas, asistimos a una continua evolución de los paradigmas clásicos de interacción a nuevas formas de interactuar, es esencial investigar y compartir el conocimiento de estos paradigmas emergentes. Con este espíritu trabaja la Asociación Interacción Persona-Ordenador (AIPO) desde hace 20 años.

La revista Interacción, revista digital de la Asociación Interacción Persona-Ordenador (AIPO), nace con este número 1 con el objetivo de difundir el conocimiento de la Interacción Persona-Ordenador (IPO) y servir de vínculo entre los científicos y profesionales que desarrollen actividades en este ámbito, y con la finalidad de potenciar la transferencia de sus resultados a la sociedad.

La IPO es un campo de investigación multidisciplinario, por ello, la revista presenta contribuciones del ámbito de la Informática como: usabilidad, el diseño centrado en el usuario, accesibilidad, experiencia de usuario, juegos serios, computación ubicua, realidad aumentada, realidad virtual, computación móvil y desarrollo de interfaces de usuario, pero además, se quiere fortalecer la publicación de trabajos de investigación en áreas de diseño industrial, robótica, psicología, etc. relacionadas con la IPO.

Esta revista se distribuye a todos los socios, así mismo, se defiende que su publicación sea de acceso abierto que fomente el avance del conocimiento científico a disposición de todos, por ello su contenido es libremente accesible por Internet.

La revista Interacción selecciona los artículos para publicar en un sistema de revisión por pares, doble ciego, siguiendo las buenas prácticas de las revistas académicas. Es una revista enfocada a la comunidad en España e Iberoamericana y publica artículos en español. Interacción se publica en formato exclusivamente digital, con una periodicidad semestral, publicándose dos números al año. La llamada de artículos está abierta todo el año.

Resumen del Volumen 2, Número 1:

Se presenta un número monográfico titulado “Videojuegos: Tendencias y Aplicaciones en Educación y Salud”, el cual se compone de cinco artículos de investigación. Sus editores, Patricia Paderewski, Jeferson Arango, Carina S. González y Jesús Gallardo, nos presentan un interesante editorial como preámbulo a la sección. Las contribuciones presentan investigaciones novedosas relacionadas con los videojuegos como sistemas interactivos de gran impacto utilizados en distintos dominios.

Nuestro agradecimiento a los editores invitados, a todos los autores por su contribución, así como en las labores de revisión a todos los revisores implicados.

Lourdes Moreno y Cristina Manresa Yee
Editoras de Interacción, Revista digital de AIPO

Tabla de contenidos

Sección Especial: Videojuegos: Tendencias y aplicaciones en educación y salud	5
Editorial Videojuegos: Tendencias y aplicaciones en educación y salud <i>Patricia Paderewski, Jeferson Arango, Carina S. González y Jesús Gallardo.....</i>	6
Fortalecimiento de las matemáticas usando la gamificación como estrategias de enseñanza – aprendizaje a través de Tecnologías de la Información y la Comunicación en educación básica secundaria <i>Laura Marcela Elles Ardila y Deyser Gutiérrez A.....</i>	7
Experiencia de diseño de aplicaciones móviles basada en estrategias de gamificación para el fortalecimiento de habilidades cognitivas <i>Jose Luiyi Plaza Arias y Gustavo E. Constatin M.</i>	17
Un enfoque para el diseño inclusivo de videojuegos centrado en jugadores daltónicos <i>Josefa Molina-Lopez y Nuria Medina Medina.....</i>	25
cómoTOY: las emociones en juego <i>Juan Manuel González Calleros y Josefina Guerrero García</i>	38
Videojuegos en educación especial: niños con TDAH <i>Josefina Guerrero García y Juan Manuel González Calleros</i>	48

Sección Especial: Videojuegos: Tendencias y Aplicaciones en Educación y Salud

Editorial Videojuegos: Tendencias y aplicaciones en educación y salud

El campo de los videojuegos es uno de los más importantes dentro de la disciplina de la interacción persona-ordenador, y uno de los primeros entornos en los que se investigan y aplican nuevas técnicas y dispositivos de interacción. Un videojuego es una aplicación interactiva orientada al entretenimiento que, a través de ciertos dispositivos de control, permite simular experiencias en la pantalla de un televisor, una computadora u otro interfaz digital, por tanto, su desarrollo e investigación constituyen un campo abierto y de mucha actualidad para la comunidad a la cual va dirigida esta sección especial de esta revista.

Hoy en día, los videojuegos se están utilizando en ámbitos muy diversos. Por ejemplo, se están usando ampliamente en el campo de la educación, para que el alumnado adquiera competencias de una cierta asignatura o materia. En el campo de la salud se usan videojuegos, por ejemplo, para llevar a cabo una rehabilitación de una forma más eficiente debido a la motivación que despierta en el/la paciente, o se usan juegos serios para aprender un cierto protocolo sanitario. En general, el uso de videojuegos y de otros recursos digitales educativos se ha convertido en una práctica común, de tal forma que ha aumentado bastante la oferta de dichos recursos en las diversas plataformas tanto comerciales como no comerciales.

A pesar de este uso generalizado de los videojuegos en diversos ámbitos se constata una falta de metodologías y herramientas apropiadas sobre las cuales es necesario que seguir investigando. Así mismo, creemos interesante trabajar en los procesos de evaluación y de control de calidad que asegure que los objetivos de los videojuegos desarrollados se cumplen.

En los artículos que se presentan en este número, un total de cinco procedentes de diversos lugares dentro de la comunidad investigadora hispanoparlante, tenemos ejemplos de la investigación en videojuegos relacionados con la salud, como

son la definición de un enfoque de diseño inclusivo de videojuegos centrado en jugadores con daltonismo, donde se defiende que hay que tener en cuenta la inclusión como una propiedad más en cada una de las etapas del modelo de diseño y desarrollo software de videojuegos, o usar y evaluar un proceso metodológico ágil, modificado adecuadamente, para permitir la creación de un conjunto de videojuegos orientados a reforzar el aprendizaje de niños con trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH).

También tenemos artículos relacionados con la educación, por un lado se presenta un videojuego para apoyar a los niños en la identificación de emociones (cómoTOY), algo que hoy en día se presenta como un objetivo importante en el proceso de enseñanza/aprendizaje. Por otro lado, se muestra un trabajo donde, ayudado por técnicas de gamificación, se consigue fortalecer el aprendizaje de las matemáticas dentro de un entorno motivacional para los estudiantes de educación secundaria. Y finalmente, se presenta una experiencia de diseño de aplicaciones móviles (smilearning y piensa seguro) basada en el uso de estrategias de gamificación y con la finalidad de fortalecer las habilidades cognitivas de los estudiantes de pregrado y grado. Estas aplicaciones permiten el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico-reflexivo y de habilidades blandas (soft skills) como son la colaboración y la comunicación.

Para concluir queremos agradecer a las editoras, Lourdes y Cristina, la confianza depositada en nosotros/as y la oportunidad de tener esta sección especial que nos ha permitido enriquecernos con los trabajos presentados. También, por supuesto, agradecemos y felicitamos a todas las personas que nos han enviado sus artículos por su esfuerzo y trabajo, y, como no, a los miembros de nuestro equipo de revisión que nos han apoyado en esta aventura y sin los cuales no podríamos haber conseguido llegar a tener estas maravillosas contribuciones.

Patricia Paderewski, Jeferson Arango, Carina S. González y Jesús Gallardo

Editores invitados

Fortalecimiento de las matemáticas usando la gamificación como estrategias de enseñanza – aprendizaje a través de Tecnologías de la Información y la Comunicación en educación básica secundaria

Strengthening mathematics using gamification as teaching strategies - learning through information and communication technologies in basic secondary education.

Laura Marcela Elles Ardila

Antioquia

Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Medellín, Bello, Colombia
Laura.elles@unad.edu.co

Deyser Gutiérrez A

Antioquia

Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Medellín, Colombia
deyser.gutierrez@unad.edu.co

Recibido: 31.10.2020 | Aceptado: 30.01.2021

Palabras Clave

Gamificación.
Pensamientos matemáticos.
Didáctica de la matemática.
Educación Básica secundaria.
Rendimiento académico.

Resumen

El aprendizaje-enseñanza de las matemáticas utiliza la gamificación como estrategia metodológica a través de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), en la educación básica secundaria, grado sexto, en la Institución Educativa Manuel Antonio Toro; en donde, solo en un 17% de las sesiones de clase se implementan estrategias digitales. Al implementar Classcraft, se realizan actividades que fortalecen las habilidades de racionalización, solución de problemas, análisis, establecimiento de secuencias lógicas de pensamiento, construcción individual y colectiva de conocimiento, potencializando el desarrollo de las competencias básicas, direccionadas al dominio teórico y a la aplicación en la cotidianidad, guiadas a través de la innovación, en el dominio de los cinco tipos de pensamiento matemático.

La metodología cuasi experimental aplicada se caracterizada por una pre-prueba y post-prueba intergrupal, reconociendo situaciones cotidianas que requieren operaciones como el fortaleciendo de las habilidades y destrezas relacionadas con el conocimiento matemático. Los resultados son connotados por la pedagogía, la didáctica y la tecnología, Classcraft y el diseño de actividades lúdicas, gamificadas, que contribuyen con el desarrollo y fortalecimiento de competencias, habilidades y destrezas matemáticas y en la gestión de un entorno motivacional para los estudiantes perfilando un incremento en la calidad de la educación.

Keywords

Gamification.
Mathematical thoughts.
Didactics of mathematics
Secondary Basic Education.
Academic performance.

Abstract

Learning-teaching mathematics uses gamification as a methodological strategy through Information and Communication Technologies (ICT), in secondary basic education, sixth grade, at the Manuel Antonio Toro Educational Institution, where only 17% of class sessions implement digital strategies. When implementing Classcraft, activities are carried out that strengthen rationalization, problem solving, analysis, establishing logical sequences of thought, individual and collective construction of knowledge, potentializing the development of basic competences, aimed at theoretical dominance and application in everyday life, guided through innovation, in mastery of the five types of mathematical thinking.

The quasi-experimental methodology applied is characterized by an intergroup pre-test and post-test, recognizing everyday situations that require operations such as strengthening skills and skills related to mathematical knowledge. The results are connoted by pedagogy, didactics and technology, Classcraft and the design of playful activities, contribute to the development and strengthening of math skills and in the management of a motivational environment for students profiling an increase in the quality of education.

1. Introducción

Esta investigación parte de la problemática causada por los bajos índices de rendimiento escolar en la Institución Educativa Manuel Antonio Toro, en el grado sexto de básica secundaria, centrada en la dificultad para aprehender y aplicar los conocimientos en los cinco pensamientos matemáticos y subdivisión del pensamiento matemático, desde la lógica, la aritmética, la comprensión y resolución de problemas, reflejados en la necesidad de talleres adicionales, refuerzos y repitencia de los estudiantes. Es así, como, en el marco del PIE Fortalecimiento de la calidad formativa de los futuros licenciados, a través de estrategias de enseñanza-aprendizaje en las prácticas pedagógicas de la Escuela de Ciencias de la Educación zona occidente, se propende por el incremento de estrategias que dinamicen la gestión del conocimiento con calidad.

Es por esta razón que el objetivo de esta investigación es implementar la gamificación como estrategia de fortalecimiento de las competencias matemáticas, a través de la plataforma Classcraft, en la Institución Educativa Manuel Antonio Toro, de Frontino, Antioquia para dinamizar, flexibilizar y auto-motivar al estudiante a convertir su aprendizaje en una experiencia educativa, ya que el aprendizaje-enseñanza se ha convertido en un asunto de interés, no solo por la dinamización de las sesiones de clase, sino también por la inclusión de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y los permanentes controles de calidad, como las Pruebas Pisa, las Pruebas Saber o índices de rendimiento académico en el ámbito nacional y regional.

Este artículo da cuenta del desarrollo del proyecto de investigación, una contextualización de la problemática indagada y esencial para la transformación metodológica; al igual que la implementación de la estrategia de aprendizaje-enseñanza gamificada mediante la plataforma digital Classcraft en el desarrollo de los pensamientos matemáticos, lo cual contribuye al incremento del rendimiento académicos, en esta área de conocimiento.

En la Institución Educativa los docentes incluyen las TIC, en un 17%, en sus propuestas didácticas, para explicar temas en el área de la matemática, lo que ha incidido en una serie de dificultades, que se evidencian en el bajo rendimiento y la baja apropiación de los cinco tipos de pensamiento matemático, la falta de conocimiento del pensamiento lógico y matemático, limitaciones en el manejo de la subdivisión del pensamiento matemático, el pensamiento numérico y los sistemas; así mismo,

bajos resultados en pruebas de aprendizaje, en el área de matemática, lo que conlleva a realizar refuerzos, talleres adicionales o repetición de grados; en este mismo sentido, el 92% de los estudiantes en su último período académico, obtienen una calificación de 3 en una escala de 1-5. La Institución cuenta con reportes desde el año 2016 hasta el 2018, durante los cuales se evidencia en la Tabla 1, el incremento paulatino, del bajo rendimiento académico, alcanzado por los estudiantes del grado sexto en el área de matemática:

Tabla 1: Comparativo de rendimiento académico de los estudiantes del grado sexto la Institución Educativa Manuel Antonio Toro de Frontino, Antioquia.

Comparativos de permanencia y reprobación de los estudiantes en el grado sexto.					
Puntaje al final/ año					
2016	2017	2018	Matrícula	Número de reprobados	Matrícula
277	14	13	264	13	258

De otro lado en el plan curricular de la Institución se establecen cuatro (4) áreas fundamentales, consideradas para cada grado de educación media, según el Artículo 31 de la Ley General de Educación de 1994: **Matemáticas**, humanidades, ciencias naturales y ciencias sociales y en este mismo sentido, la Institución define cuatro (4) períodos académicos anuales, de acuerdo con los criterios de evaluación de desempeño académico del estudiante, los cuales están estructurados según las siguientes valoraciones: 1) inferiores al 60% se considera un desempeño bajo; 2) entre el 60% y 79% como un desempeño superior y 3) mayor al 80% se considera como un desempeño alto. Al establecer la equivalencia para el presente estudio, se identifica que, en el área de matemática, en el grado sexto, el desempeño institucional es del 53%, lo que representa que el desempeño es bajo. Por esta razón, se propende por el incremento en el índice de rendimiento, al implementar la gamificación como estrategia de aprendizaje-enseñanza de la matemática, a través de las TIC, como una propuesta de dinamización de la educación y su calidad.

En este artículo se realiza una contextualización de la Institución Educativa y el grupo objeto del estudio, al igual que los aprendizajes que se ponen en escena a través de la plataforma Classcraft, mediante una estrategia gamificada. Se expone, igualmente, la estructura e interacciones posibles en la

plataforma Classcraft y como la gamificación genera un entorno lúdico y de gestión de conocimiento; también, la metodología que incluye los roles de los gestores de conocimiento y el sistema evaluativo de las actividades basadas en retos, el análisis de los resultados del proceso de aprendizaje-enseñanza de las matemáticas a través de Tecnologías de la Información y la Comunicación en educación básica secundaria.

2. Contextualización

En el proceso de renovación educativa, de acuerdo a los requerimientos de la globalización y la normativa prospectiva del Ministerio de Educación Nacional, en lo referente a la autonomía, el desarrollo social y sostenible, la inclusión y el aprendizaje significativo, se pretende, que el estudiante sea el conductor de su propio aprendizaje, por consiguiente, surge el interés por el uso de herramientas digitales para optimizar y repensar los aprendizajes, como el pensamiento numérico y los sistemas numéricos en resolución de problemas incluyendo el uso de aplicaciones creativas e incentivos motivacionales, generando interés y apropiación en el proceso formativo de tal manera que incite el entusiasmo en los estudiantes por aprender

La enseñanza de la matemática puede acarrear serias dificultades, en su investigación Gil Cuadra & Rico Romero (2003) detalla los conceptos establecidos por los docentes frente al proceso, y evidencia en la respuesta a la pregunta ¿cómo se aprende las matemáticas? que se aprende mucho mejor mediante el trabajo colaborativo que da espacio al trabajo individual, mediante la estimulación de procesos cognitivos significativos a través de actividades didácticas y creativas. Por lo tanto, a pesar, de que los estudiantes se esfuerzen y trabajen con determinación es necesario que exista suficiente motivación para el aprendizaje, y ésta se da en la medida en que se proponga el uso de didácticas y actividades de interés, sin perder la rigurosidad de la enseñanza y el aprendizaje.

Por otro lado Usuga Macías (2015) a partir de una investigación realizada en una Institución en Medellín plantea que a lo largo del tiempo la metodología para la enseñanza de las operaciones matemáticas y resolución de problemas, no ha sido la más adecuada, ya que estos conceptos son aprendidos por los estudiantes como un conjunto de datos que se memorizan limitando la gestión del conocimiento, lo que influye en que los procesos no se operativicen, es decir, no se hacen conceptos utilizables en el contexto cotidiano del estudiante.

Otro factor a tener en cuenta en el aprendizaje-enseñanza de la matemática y la resolución de problemas matemáticos, es la madurez de estudiante y las demandas cognitivas que este proceso trae consigo Lotero Botero, Andrade Londoño & Andrade Lotero (2011) sugieren que es indispensable, que en este nivel, se hayan desarrollado con éxito etapas necesarias para la comprensión y la adecuada aplicación de los conocimientos adquiridos por parte del estudiante, lo que implica una inflexión en la línea de razonamiento del estudiante y el fortalecimiento

de sus habilidades de resolución de problemas y pensamiento abstracto.

2.1 Plataforma Classcraft

La herramienta que se utiliza en este proyecto de investigación es la plataforma gratuita **Classcraft**: Este es un recurso tecnológico basado en videojuegos enfocado en el juego de roles. En esta plataforma el docente diseña mundos imaginarios en los que se localizan diferentes hitos, con actividades e información relacionada con las temáticas matemáticas de estudio. Cada una de estas actividades posee una ruta - que enlaza unas y otras - en la que se proyecta que los estudiantes desplieguen progresivamente sus destrezas y habilidades al gestionar los conocimientos. En la Figura 1 se identifican algunas características principales de cada una de las estaciones diseñadas en Classcraft están dadas por las actividades en diferentes niveles de complejidad, que proveen de varias rutas para poder superar el nivel de una actividad a otra; en este proceso los estudiantes si bien pueden hacer las actividades en forma autónoma también podrán competir en equipos.

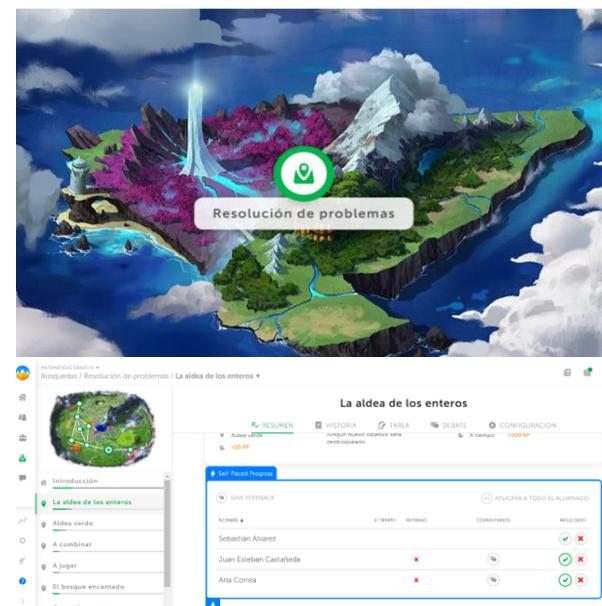


Figura 1. Estructura de actividades en Classcraft

Otro elemento de la gamificación diseñada en Classcraft, consiste en que cada estudiante puede escoger un avatar o personaje que acumule puntos de experiencia, cada vez que realiza y supera una actividad con éxito, también las actividades grupales fomentan el trabajo en equipo y la interacción positiva entre los usuarios e igualmente reportan puntos acumulables. Para disminuir los niveles de ansiedad que se generan en el estudiante frente al sistema evaluativo, se brinda la posibilidad de ganar puntos de experiencia con cada tarea finalizada exitosamente, a la par que se fomenta la competencia sana a través de tablas de posiciones y otorgamiento de medallas por cada objetivo completado. Se pretende también que los estudiantes desarrollen habilidades de pensamiento crítico en la

resolución de problemas al plantear situaciones en donde realizan actividades con un material pictórico concreto y a través de ayudas visuales como videos explicativos. Además, en los retos los estudiantes tienen la posibilidad de trabajar de forma autónoma manejando sus propios ritmos y estilos de aprendizaje.

2.2 Gamificación

La gamificación se orienta al incremento de los niveles de motivación y de participación por parte de los estudiantes en las actividades planteadas en el curso, lo que se logra a través del refuerzo positivo mediante una retroalimentación inmediata y efectiva y de interacciones dinámicas, en las que el estudiante se convierte en el centro de su gestión de conocimiento y toma decisiones, en forma autónoma. A su vez el docente acompaña, dirige, otorga los premios y ayuda en los momentos que sea necesario y oportuno, para que el estudiante pueda adquirir las competencias planteadas en el proceso formativo, a la par que se operan las normas al trabajar con una disciplina positiva. Durante el desarrollo de actividades los puntos ganados se reflejan en diferentes beneficios y concesiones, que pueden ser atrayentes y que facilitan la interacción entre el docente y los estudiantes y entre estudiantes-participantes, mediante refuerzos positivos como:

- Otorgar puntos extras en los sistemas evaluativos.
- Beneficiar con más tiempo libre, durante la semana a los estudiantes con mejor rendimiento.
- Otorgar medallas de reconocimiento y tablas de posicionamiento, en los que se refleja el desempeño y liderazgo.
- Reconocer el trabajo en equipo y la ayuda que pueden darse unos a otros.
- Brindar tiempo de clase, para desarrollar actividades lúdicas relacionadas con el tema de estudio.
- Mejorar los atributos de los personajes creados, por cada uno de los estudiantes, como fuerza, inteligencia, habilidades de estrategia, sanación, previsión, entre otras.

La versión de Classcraft 3.10.1 incluye dos versiones, una gratuita y una Premium. En esta investigación se utiliza la versión gratuita, en una fase exploratoria de todas y cada una de las opciones que tiene el software libre y las posibilidades que se pueden generar dentro de un aula de clase, al utilizar este tipo de herramientas. Esta plataforma funciona como un sistema en el cual hay acceso a diversos contenidos como calificaciones, manejo de grupos, creación de webquest e integración de otras herramientas externas, que pueden facilitar el uso de herramientas visuales e interactivas mejorando la experiencia de usuario. No existe una versión offline, por lo que la Institución Educativa dispone de una red de internet mayor a 10 megabytes y de los dispositivos electrónicos que permiten que los estudiantes puedan hacer uso de la plataforma.

3. Propuesta y Metodología

La propuesta diseñada en esta investigación se basa en la implementación de una estrategia de aprendizaje-enseñanza de la matemática, que se viabiliza a través de la gamificación presentada en una plataforma digital llamada Classcraft que propende por el fortalecimiento de las habilidades de los cinco tipos de pensamiento matemático tanto desde la perspectiva académica como psico-social-afectiva.

De otro lado, el diseño de esta investigación es cuasi-experimental de tipo pre-prueba y post-prueba intergrupal y se realiza una prueba de conocimientos específicos, sobre los números enteros y la capacidad de razonar y de resolución de problemas de los estudiantes; como también una encuesta sobre el nivel de motivación frente al uso de una plataforma gamificada como Classcraft dentro de una aula de clase en el proceso de formación. Después de la aplicación de la herramienta gamificada se realizan una post-prueba y una post-encuesta, mediante las cuales, de nuevo, se miden respectivamente los niveles de competencia en cuanto al pensamiento matemático para la resolución de problemas y los niveles de motivación hacia el desarrollo del conocimiento con el uso de la plataforma Classcraft. Las etapas para el diseño de este entorno son las siguientes:

- Prueba inicial sobre el nivel de pensamiento matemático
- Implementación de la estrategia gamificada
- Prueba final de competencia matemática
- Encuesta de satisfacción acerca de los niveles de motivación del uso de las estrategias de gamificación

Este diseño metodológico permite conocer y contrastar las variables estudiadas antes y después de la aplicación de la estrategia utilizada. Las pruebas de competencia matemática son extraídas de guías estandarizadas por el Ministerio de Educación Nacional en donde se enuncian los derechos básicos de aprendizaje.

En este mismo sentido la propuesta pedagógica es articulada por diferentes elementos que coadyuvan con el desarrollo de habilidades, en los estudiantes, las que les permite el desarrollo del pensamiento matemático interactuando con el objeto de aprendizaje, de manera que se logra un aprendizaje significativo (Ortiz, 2017). Esto se alcanza a través de la articulación de los contenidos y el ambiente de aprendizaje mediado por TIC convirtiéndose en un entorno, en el que el estudiante, toma sus propias decisiones y decide el mejor camino para llegar a los resultados de aprendizaje (Miranda, et. al, 2017).

3.1 Roles de los gestores de conocimiento

En el proceso de aprendizaje-enseñanza se definen roles que caracterizan el desempeño del docente y del estudiante, el sistema evaluativo, la motivación y trabajo colaborativo.

Rol del docente: El docente actúa como mediador-facilitador durante todo el proceso dejando que el estudiante descubra los conceptos a través de la interacción con ellos. (Ibáñez & Carrión, 2014). El docente provee de un ambiente de aprendizaje-enseñanza mediado por las TIC en el que el estudiante desarrolla su autonomía, aprendizaje significativo, creativo y divergente, a través del descubrimiento, del ensayo - error, de la realimentación que se brinda dentro de las sesiones, permitiendo que pueda desarrollar las habilidades de resolución de problemas y pensamiento abstracto en un tema concreto de matemáticas, como en el tema sobre los números enteros (Cariaga, 2020).

Rol del estudiante: El estudiante asume un rol activo en el que es el centro del proceso de adquisición de habilidades y conocimientos en torno a la temática en cuestión (Contreras, González, & Paniagua, 2015). Debido a la situación de aislamiento actual y de la migración de muchas de las propuestas pedagógico-didácticas hacia la virtualidad, el estudiante fundamenta su capacidad de trabajar en un entorno nuevo, diferente y aislado del contacto físico, social y de interacción permanente con pares y maestros. (Aguirre, 2016); lo que sugiere la necesidad de desarrollar habilidades metacognitivas, la capacidad de autorregulación en el aprendizaje, el desarrollo de habilidades de pensamiento y estrategias de estudio, la optimización de los recursos, el manejo del tiempo adecuado y la capacidad de descubrir los objetos de aprendizaje satisfaciendo las necesidades y expectativas del sujeto que aprende.

3.2 Sistema interactivo y evaluativo

La dinamización de las actividades basadas en retos gamificados se evidencian a través de sistemas evaluativos: sumativos y formativos, favoreciendo el uso de la construcción de conocimiento individual y colectiva, siendo esta última calificada desde una perspectiva formativa.

Evaluación: Para que la evaluación sea de tipo formativa, se brinda al estudiante la posibilidad de aprender en entornos virtuales, por medio de actividades básicas y fundamentales en el desarrollo de su aprendizaje a través de un método basado en retos con diferentes niveles de complejidad, que admite ensayo-error y cuenta con el apoyo de los compañeros, quienes brindan estrategias versátiles; como características claves de la evaluación formativa debido a que los estudiantes en ese entorno de información formativa, comparten conceptos, actividades o tareas que conocen o que tienen asignadas. (Daly, 2010) y en la identificación del proceso de los diferentes retos en la plataforma Classcraft, se crean etapas en temáticas o subtemas planteados desde los estándares básicos de educación y se realiza una prueba respondiendo a los objetivos y resultados de aprendizaje en el área de matemáticas.

3.3 Perspectiva psico-social-afectiva

Esta perspectiva está definida por la articulación sistémica de las actividades, la conformación de grupos las empatías que se desarrollan entre los participantes y el efecto del logro, en el proceso de aprendizaje-enseñanza.

Motivación y trabajo colaborativo: Como lo manifiesta Álvarez (2011) en este espacio se fortalece en el estudiante, el conocimiento compartido y aprendizaje colaborativo, como también, el conocimiento metacognitivo, a través de actividades, tareas, retos o etapas, que conllevan a una evaluación basada en la reflexión del trabajo realizado; también se crean espacios para la argumentación y la comunicación social o académica y se motiva la rapidez con la que da respuesta a lo que se le pregunta o propone en el aprendizaje gamificado, al pasar entre y por los diferentes mundos, obteniendo premios que impulsan el conocimiento y la motivación, incrementando el interés, por seguir avanzando en los diferentes retos, lo cual conlleva a una motivación altamente elevada y un apoyo satisfactorio y colaborativo. (Scheel, J. E., & Laval).

Se usa Classcraft como plataforma gamificada de aprendizaje para la implementación de las estrategias didácticas, que gestionan el conocimiento individual y colectivo, se incorporan los contenidos y las actividades de aprendizaje en un ambiente simulado de juego en el que cada uno de los estudiantes, tiene un personaje o avatar, al cual le atribuye y desarrolla habilidades y destrezas, por medio del cumplimiento de misiones y de objetivos que están vinculados a los temas que se estudian. Los elementos de gamificación utilizados son:

Dinámicos: Entre los elementos dinámicos, como se ve en la Figura 2 de una estructura sistémica, se encuentran las restricciones y el manejo de las emociones, a través de la curiosidad y la competitividad; igualmente la narrativa que se le imprime al juego a través de la creación de mundos y personajes, la progresión en la dificultad de las tareas y las relaciones que se dan dentro del juego entre los mundos-hitos y por parte de los jugadores.



Figura 2. Visual de la dinámica del juego

Mecánicos: Los tipos más relevantes de elementos mecánicos son los retos establecidos por las actividades, que los estudiantes deben completar las oportunidades de mejorar a través de la repetición y el ensayo - error, la competición, la colaboración entre miembros de un mismo equipo y la realimentación como oportunidad de mejora.

Componentes: Los componentes más comunes utilizados en este juego son los logros, avatares, regalos, tabla de clasificación, desbloqueo de contenidos, niveles de progresión,

podios y elementos que puedan ser motivadores para el estudiante en su proceso.

4. Análisis y discusión

En la investigación los análisis de datos se realizan a través del software estadístico EZAnalyze Version 3.0, el cual permite efectuar los cálculos para validar o rechazar las hipótesis planteadas, sobre la pre-prueba, post-prueba y pre y post-encuesta de motivación comparando las calificaciones alcanzadas por los estudiantes, además de considerar el 95% de nivel de confianza o veracidad y el 5% como margen de error. La investigación se realiza con 40 estudiantes del grado sexto: 23 mujeres y 17 hombres con edades promedio de 12 y 13 años, de los cuales el 96% de los estudiantes tienen acceso a internet desde su casa, para dar cumplimiento a las actividades, siempre asesorados por el docente-director del grupo y el docente-investigador, como parte del acompañamiento en el manejo de la plataforma Classcraft.

Para el análisis y la interpretación de datos se aplica la prueba t Student a los indicadores que integran, habilidades o destrezas de los estudiantes en los pensamientos matemáticos: 1) pensamiento numérico, y los sistemas numéricos 2) pensamiento espacial y los sistemas geométricos 3) el pensamiento métrico y los sistemas de medidas 4) el pensamiento algebraico y sistemas relacionados con datos 5) el pensamiento variacional). Los resultados de la implementación de la estrategia mediante Classcraft se muestran en las siguientes tablas que permiten afirmar:

En la Tabla 2 se muestra la diferencia en el desempeño de los estudiantes, entre el antes y después de la implementación del aprendizaje gamificado mediante Classcraft, en el que se evidencia un incremento en 1.5 puntos según lo indica la media.

Tabla 2: Pensamiento numérico

	Variable 1 preprueba	Variable 2 posprueba
Media	2,8325	4,3175
Varianza	0,198660256	0,156352564
Observaciones	40	40
Coeficiente de correlación de Pearson	0,460797101	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	39	
Estadístico t	-17,07779392	
P(T<=t) una cola	5,32707E-20	
Valor crítico de t (una cola)	1,684875122	
P(T<=t) dos colas	1,06541E-19	
Valor crítico de t (dos colas)	2,02269092	

En la Figura 3 el valor de significancia bilateral P para la pre-prueba y pos-prueba, para el pensamiento numérico es de $P = 0$. Dado que este resultado es menor de 0.05, quiere decir que existe una relación estadísticamente significativa y positiva entre la estrategia de gamificación con Classcraft y el pensamiento numérico, el que se incrementa en 1.5 según lo indica la media.

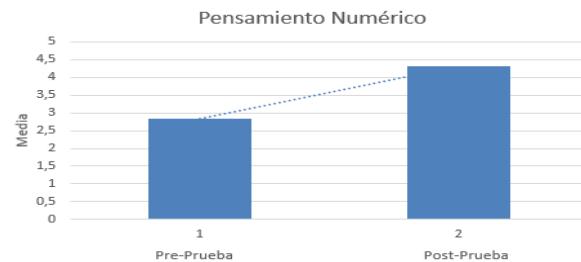


Figura 3: Desempeño de los estudiantes, antes y después de la implementación gamificada Classcraft

Tabla 3: pensamiento espacial

	Variable 1 preprueba	Variable 2 posprueba
Media	3,5325	4,0175
Varianza	0,198660256	0,156352564
Observaciones	40	40
Coeficiente de correlación de Pearson	0,460797101	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	39	
Estadístico t	-17,07779392	
P(T<=t) una cola	5,32707E-20	
Valor crítico de t (una cola)	1,684875122	
P(T<=t) dos colas	1,06541E-19	
Valor crítico de t (dos colas)	2,02269092	

En la Tabla 3 se muestra la diferencia en el desempeño de los estudiantes entre el antes y después de la implementación del aprendizaje gamificado por medio de Classcraft, el que se incrementa en 0.7, según lo indica la media.

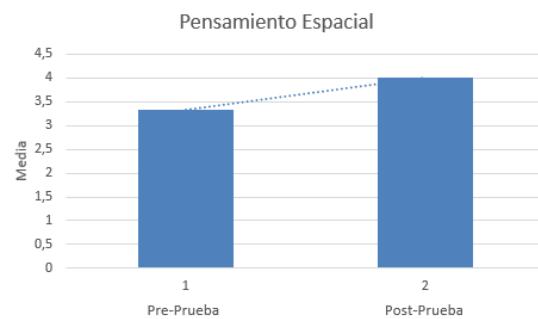


Figura 4: Desempeño de los estudiantes, antes y después de la implementación gamificada Classcraft

En la Figura 4 el valor de significancia bilateral P para la pre-prueba y pos-prueba, para el pensamiento espacial es de $P = 0$. Dado que este resultado es menor de 0.05, quiere decir que existe una relación estadísticamente significativa y positiva entre la estrategia de gamificación con Classcraft y el pensamiento espacial, el que se incrementa en 1.5 según lo indica la media.

Tabla 4: pensamiento métrico

	Variable 1 preprueba	Variable 2 pospruebas
Media	3,4125	3,9275
Varianza	0,21650641	0,15845513
Observaciones	40	40
Coeficiente de correlación de Pearson	-0,01297831	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	39	
Estadístico t	-11,44313379	
P($T \leq t$) una cola	2,45942E-14	
Valor crítico de t (una cola)	1,684875122	
P($T \leq t$) dos colas	4,91883E-14	
Valor crítico de t (dos colas)	2,02269092	

En la Tabla 4, se muestra la diferencia en el desempeño de los estudiantes, entre el antes y después de la implementación estrategia del aprendizaje gamificado por medio de Classcraft, el que se incrementa en 0.5.

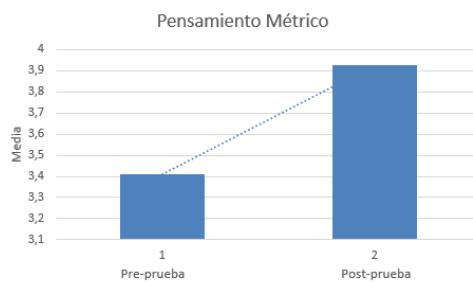


Figura 5: Desempeño de los estudiantes, antes y después de la implementación gamificada Classcraft

En la Figura 5 el valor de significancia bilateral P para la pre-prueba y pos-prueba para el pensamiento métrico es de P = 0. Dado que este resultado es menor de 0.05, quiere decir que existe una relación estadísticamente significativa y positiva entre la estrategia del aprendizaje gamificado por medio de Classcraft y el pensamiento métrico, el que se incrementa en 0.7, según lo indica la media.

Tabla 5: pensamiento algebraico

	Variable 1 preprueba	Variable 2 posprueba
Media	3,245	3,915
Varianza	0,206564103	0,155153846
Observaciones	40	40
Coeficiente de correlación de Pearson	0,16843565	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	39	
Estadístico t	-13,53595335	
P($T \leq t$) una cola	1,27551E-16	
Valor crítico de t (una cola)	1,684875122	
P($T \leq t$) dos colas	2,55101E-16	
Valor crítico de t (dos colas)	2,02269092	

En la Tabla 5 se muestra la diferencia en el desempeño de los estudiantes, entre el antes y después de la implementación de la estrategia del aprendizaje gamificado por medio de Classcraft, el cual se incrementa en 0.47 luego de la implementación de la estrategia.

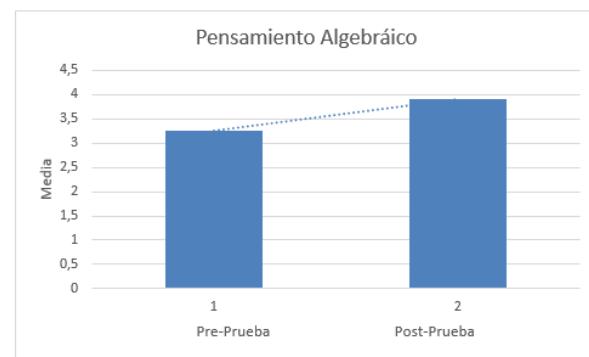


Figura 6: Desempeño de los estudiantes, antes y después de la implementación gamificada classcraft

En la Figura 6 el valor de significancia bilateral P para la pre-prueba y pos-prueba para el pensamiento algebraico es de P = 0. Dado que este resultado es menor de 0.05, quiere decir que existe una relación estadísticamente significativa y positiva entre la estrategia de aprendizaje gamificado por medio de Classcraft y el pensamiento algebraico, el que se incrementa en 0.7, según lo indica la media.

Tabla 6: pensamiento variacional.

	Variable 1 preprueba	Variable 2 posprueba
Media	3,355	4,035
Varianza	0,182538462	0,126435897
Observaciones	40	40
Coeficiente de correlación de Pearson	0,145657817	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	39	
Estadístico t	-14,50508602	
P($T \leq t$) una cola	1,33027E-17	
Valor crítico de t (una cola)	1,684875122	
P($T \leq t$) dos colas	2,66054E-17	
Valor crítico de t (dos colas)	2,02269092	

La Tabla 6, muestra la diferencia en el desempeño de los estudiantes, entre el antes y después de la implementación de una estrategia de aprendizaje gamificado por medio de Classcraft, el que se incrementa en 0.3.

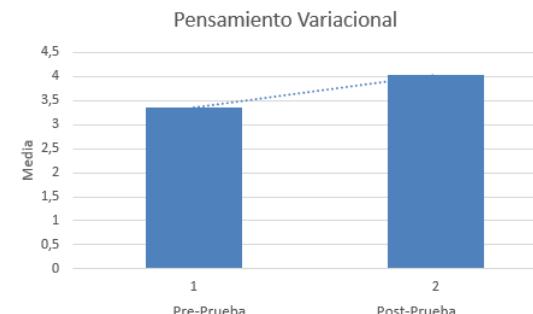


Figura 7: Desempeño de los estudiantes, antes y después de la implementación gamificada Classcraft

Analizando los resultados de los cinco componentes, del pensamiento variacional, antes y después de la intervención, se concluye que hay una relación estadísticamente significativa, entre la estrategia de aprendizaje gamificado por medio de Classcraft y el pensamiento variacional; es por esto por lo que, se puede rechazar la hipótesis nula.

De acuerdo con los resultados obtenidos con la prueba T de student, se puede ver que el pensamiento numérico, presenta una mayor variación entre el antes y después de la intervención. El sistema numérico, se comporta como un grupo de convenciones, normas y reglas, que permiten realizar una representación de todos los números, mediante un grupo amplio de símbolos básicos, que están definidos y sirven para contar y expresar los resultados de una medida y realizar cálculos; se usan para hacer codificaciones e información numérica y comprende dos tipos de sistemas: 1) posicional, que permite trabajar sistema binario, sistema decimal, sistema hexadecimal y 2) no posicional: Las diferentes cifras no dependen de la posición dentro del número como los números romanos.

Así mismo los resultados obtenidos con la prueba t de student, evidencian que el pensamiento algebraico, presenta menos variación entre el antes y después de la intervención, siendo uno de los sistemas más complejos para los estudiantes ya que es una combinación de letras, números y signos de operaciones como la suma, resta, multiplicación y división y las letras representan cantidades desconocidas, denominadas incógnitas o variables, las cuales son difíciles de identificar. En este pensamiento se identifica, en este contexto, la apatía a las matemáticas, por parte de los estudiantes.

En la Tabla 7 el valor de significancia bilateral P para la pre-prueba y pos-prueba motivación para la encuesta de motivación es de $P = 0$. Dado que este resultado es menor de 0.05, quiere decir que existe una relación estadísticamente significativa y positiva entre la estrategia de aprendizaje gamificado por medio de Classcraft, el que se incrementa en 0.6, según lo indica la media.

Tabla 7: Encuesta motivacional.

	Variable 1 Preprueba	Variable 2 posprueba
Media	3.865	4.4325
Varianza	0.01925641026	0.04430128205
Observaciones	40	40
Coeficiente de correlación de Pearson	-0.1180760633	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	39	
Estadístico t	-23.05285213	
$P(T \leq t)$ una cola	0	
Valor crítico de t (una cola)	1.684875122	
$P(T \leq t)$ dos colas	0	
Valor crítico de t (dos colas)	2.02269092	

En la Figura 8 se muestra la diferencia en el desempeño de los estudiantes entre el antes y después de la implementación de la estrategia de aprendizaje gamificado por medio de Classcraft, el que se incrementa en 0.7, según lo indica la media.

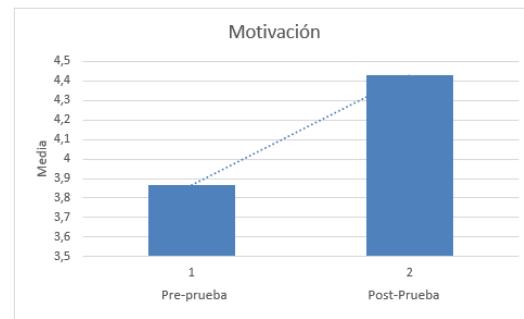


Figura 8: Desempeño de los estudiantes, antes y después de la implementación gamificada Classcraft

La motivación es una habilidad metacognitiva que depende de variables intrínsecas y extrínsecas y se evidencia, en esta investigación, que después de la implementación de la estrategia mediada por Classcraft, es alta, tanto para los individuos como para el grupo.

5. Resultados

Esta investigación se realiza teniendo en cuenta el contexto educativo y a partir de los resultados, se puede afirmar, que la incorporación de estrategias de aprendizaje-enseñanza gamificadas, a través de las TIC, para fortalecer procesos de aprehensión de las matemáticas, es positiva y favorece los cinco pensamientos matemáticos, mejorando el desempeño individual, la media colectiva y también, el nivel de motivación.

La plataforma Classcraft, posibilita el diseño de entornos atractivos y conducentes al planteamiento de retos, despertando en los estudiantes inquietud por querer saber y la construcción de conocimiento constante en las áreas de las matemáticas; afianzando, a su vez, el aprendizaje autónomo, fortaleciendo la participación e interacción y respondiendo a los objetivos curriculares y las dinámicas didácticas y tecnológicas prevalentes en la Institución e igualmente, respondiendo a los estándares básicos y los derechos básicos de aprendizaje.

Los autores, Banfield & Wilkerson, (2014), Cejas-Herencia, (2015), Hernando, Arévalo, Mon, Batet & Catásus, (2015), manifiestan que se logran resultados positivos, a partir de instrucciones adecuadas al orientar el proceso de actividades aplicadas, en forma dinámica, diversa y armonizada, a través de la pedagogía, la didáctica y las estrategias de gamificación, con diseños que incorporen el aprendizaje significativo y autónomo, de manera que guíe las diferentes experiencias desarrolladas. Así mismo, Jiménez & García, (2015), Villalustre & Del Moral, (2015), Labrador & Villegas, 2016, plantean que fortalecer la estrategia a partir de los pensamientos matemáticos y establecer que los logros se alcanzan a partir de la definición clara de un objeto de aprendizaje, un seguimiento continuo, el uso de instrucciones pedagógicas y técnico-operativas, determinan las preferencias de los estudiantes, a través de las temáticas planteadas con la herramienta Classcraft y de acuerdo con

Cerda, Fernández, & Meneses (2014) se desarrollan diferentes habilidades matemáticas a través de la motivación, intereses y significado social; lo que se confirma con esta investigación ya que el incremento en el rendimiento académico inicial fue de 2,8 y en el final fue 4,3 y el índice de motivación inicial es de 3,8 y finaliza con 4,5.

6. Conclusiones

La plataforma Classcraft se utiliza incorporando los elementos micro-curriculares y los derechos básicos de aprendizaje recreando la construcción de conocimiento por medio de la gamificación, priorizando y facilitando la comprensión de las matemáticas, se fortalecen las habilidades y destrezas, la capacidad para solucionar problemas matemáticos en diferentes situaciones de la vida cotidiana, permitiendo, el desarrollo del

equilibrio entre lo académico, lo experimental y lo colaborativo, favoreciendo la autonomía y la responsabilidad.

Así mismo la inclusión de las TIC, en ambientes de aprendizaje-enseñanza, consolida el vínculo de los participantes con la matemática y sus conceptos, a través de situaciones problemáticas de la vida cotidiana, que los llevan a indagar, explorar, discutir y experimentar nuevos conocimientos.

Finalmente, la gamificación refuerza la comprensión del pensamiento matemático y mejora la motivación, lo que lleva a incrementar en los estudiantes, el índice de conocimiento y sus habilidades comprensivas, analíticas y de interpretación. Igualmente dinamiza los diferentes entornos, elementos o actividades diseñadas con componentes lúdicos, teniendo en cuenta las preferencias de los estudiantes, siendo, la gamificación orientada y atractiva para los estudiantes.

Referencias

- Aguirre Seura, L. (2016). Evaluación de una propuesta para el desarrollo de la escritura en estudiantes universitarios a partir de habilidades de metacognición. Logos (La Serena), 26(2), 181-196.
- Cariaga, R. (2020). Un marco teórico para analizar el rol docente en entornos de aprendizaje virtualizados.
- Cejas-Herencia , M. (2015). Uso de la gamificación para la obtención de competencias matemáticas en 3er curso de Educación Primaria. Propuesta de intervención en el centro público Bolivia de Madrid en el curso 2015-2016 (Tesis de pregrado). Universidad Internacional de la Rioja. Madrid: UNIR.
- Cerda, Jesús W.; Fernández, María; Meneses, Jesus (2014). Propuesta didáctica con enfoque constructivista para mejorar el aprendizaje significativo de las matemáticas. UNIÓN. Revista Iberoamericana de Educación Matemática, 38, pp. 33-49
- Contreras, González, & Paniagua, (2015). El rol del estudiante en los ambientes educativos mediados por las TIC. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/695/69542291025.pdf>
- Banfield & Wilkerson, (2014). Cejas-Herencia,(2015), Hernando, Arévalo, Mon, Batet & Catasús, (2015) La Gamificación como estrategia para el desarrollo de la competencia matemática: plantear y resolver problemas. Recuperado de <http://dspace.casagrande.edu.ec:8080/bitstream/ucasagrande/1171/2/Tesis1362MACg.pdf>
- DALY tell us? Int J Epidemiol (2010); 29: 871-7.Musgrove P. Investing in health: the 1993 World Development Report of the World Bank. Bull Pan Am HealthOrgan 1993; 27: 284-6
- Gil Cuadra, Francisco; Rico Romero, Luis. «Concepciones y creencias del profesorado de Secundaria sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas». Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, [en línea], 2003, Vol. 21, n.º 1, pp. 27-47, <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21885> [Consulta: 2-03-2021].
- Jiménez & García, (2015), Villalustre & Del Moral, (2015), Labrador & Villegas, 2016, Gamificación en el desarrollo de la competencia matemática: Plantear y Resolver Problemas. Recuperado de <https://www.itsup.edu.ec/myjournal/index.php/sinapsis/article/view/136>
- Lotero Botero, L. A.; Andrade Londoño, E. A. y Andrade Lotero, L. A. (2010). El aprendizaje con significado de la matemática: una propuesta desde la teoría a la práctica. Bogotá: Alandra. Recuperado de: http://alandradifuncion.org/images/stories/downloads/aprendizaje_sig.pdf.
- Macías Espinales, A. V. (2017). La Gamificación como estrategia para el desarrollo de la competencia matemática: plantear y resolver problemas (Master's thesis, Universidad Casa Grande. Departamento de Posgrado).
- Miranda, et. al, (2017) El protocolo de investigación VI: cómo elegir la prueba estadística adecuada. Estadística inferencial. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-91902017000300364
- Marín , A., Montejano, J., & Campaña , J. (2016). Una propuesta para el refuerzo de conceptos matemáticos a través de Kahoot! Revista del Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació (CIDUI), 3, 1-9. Obtenido de <http://www.cidui.org/revistacidui/index.php/cidui/article/view/1060>
- Martín, A., Castillo , J., & Peña, A. (2016). Aprendizaje matemático mediante aplicaciones tecnológicas en un enfoque de Gamificación. In Congreso Virtual sobre Tecnología, Educación y Sociedad, 1(6), 1-13. Obtenido de <http://cenid.org.mx/memorias/ctes/index.php/ctes/article/view/601>
- Martínez, P., Martínez, M., & Muñoz, J. (2008). Formación basada en competencias en educación sanitaria: aproximaciones a enfoques y modelos de competencias. Outcome-based health education: Possible approaches and models of competence.
- Ministerio de Educación Nacional MEN. (2008). Análisis de determinantes de la deserción en la educación superior colombiana con base en el SPADIES. Bogotá.
- Ministerio de Educación Nacional -MEN. Ley 115 de febrero 8 de 1994: según el Artículo 31. Recuperado de https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf

- Ordoñez, C. (2016). Pensar pedagógicamente, de nuevo, desde el constructivismo. *Revista Ciencias de la Salud*, 4(Especial), 14-23. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56209903>
- Ordoñez, C. L. (2014). Pensar pedagógicamente desde el constructivismo. De las concepciones a las prácticas pedagógicas. *Revista de Estudios Sociales*(19), 7-12. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81501901>
- Ortiz Sotelo, E. F. (2017). Procesos didácticos y aprendizaje significativo del área de matemática de los estudiantes del 6º Grado de Secundaria de la Institución Educativa N° 2053 Francisco Bolognesi, Cervantes, 2017.
- Oviedo, G. L. (2014). La definición del concepto de percepción en psicología con base en la teoría de Gestalt. *Revista de estudios sociales*, 89-96.
- Prieto, M., Díaz, M., & Monserrat, S. (2014). Experiencias de aplicación de estrategias de gamificación a entornos de aprendizaje universitario. *ReVisión*, 7(2). Obtenido de <http://goo.gl/6AZzoG>
- Price, M. S., & Henao Calderón, J. L. (2011). Influencia de la percepción visual en el aprendizaje. *Universidad de La Salle. Fundación Universitaria del Área Andina* , 9(1), 89. Obtenido de <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/sv/article/view/221>
- ProActive. (2011). Fomentando la Creatividad: Creación de Escenarios de Aprendizaje Basados en Juegos. Una Guía para Profesores. Obtenido de http://www.ub.edu/eulearning/proactive/documents/handbook_creative_gbl_es.pdf
- Scheel, J. E. (2016). Roles alternativos de las tics en educación: sistema de apoyo al sistema de enseñanza aprendizaje. Chile.
- Usuga, Macías (2015) Diseño de una unidad didáctica para la enseñanza aprendizaje de la multiplicación de números naturales en el grado sexto de la Institución Educativa Antonio Derka Santo Domingo del municipio de Medellín. Repuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/53997/71373035.2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Villalustre, L., & Del Moral , M. (2015). Gamificación: Estrategia para optimizar el proceso de aprendizaje y la adquisición de competencias en contextos universitarios. *Digital Education Review*(27), 13-31. Obtenido de <http://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/11591>

Experiencia de diseño de aplicaciones móviles basada en estrategias de gamificación para el fortalecimiento de habilidades cognitivas

Mobile application design experience based on gamification strategies to strengthen cognitive skills

Jose Luiyi Plaza Arias

Esp. tic en Educación

Corporación Universitaria Comfacaúca

Popayán, Colombia

joseplaza@unicomfacaúca.edu.co

Gustavo E. Constatin M.

ECBTI

UNAD

Popayán, Colombia

gustavo.constain@gmail.com

Recibido: 01.11.2020 | Aceptado: 02.03.2021

Palabras Clave

Interacción Humano-Computador (IHC)
Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ)
Gamificación
Juegos Serios
Entorno Personal de Aprendizaje

Resumen

El presente artículo exhibe la experiencia investigativa comprendida entre los años 2018 a 2020 donde se desarrolló la gamificación a través de juegos serios al interior de las aplicaciones móviles smilearning app (2018) y piensa seguro app (2020), permitiendo el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico-reflexivo (análisis e interpretación) y de igual forma habilidades blandas (especialmente la colaboración y comunicación) en estudiantes de nivel pregrado y posgrado; a lo largo del discurso presente, se expone en primera instancia la definición de las intenciones formativas de cada mediación tecnológica, en segundo lugar se establecieron los aspectos de gamificación desde el enfoque juegos serios y por último se presentan los resultados obtenidos por medio de la experiencia de usuario. las mediaciones tecnológicas presentadas tienen origen en estudios realizados dentro de las líneas de interés en interacción humano-computador (HCI) del programa de especialización en tecnologías de la información y la comunicación en educación de la corporación Universitaria Comfacaúca y la Universidad Cooperativa en la Ciudad de Popayán-Colombia.

Keywords

Human-Computer Interaction (HCI)
Game Based Learning (GBL)
Gamification
Serious Games
Personal Learning Environment

Abstract

This article shows the investigative experience from 2018 to 2020 where gamification was developed through serious games within the mobile applications smilearning app (2018) and think safe app (2020), allowing the development of thinking skills critical-reflective (analysis and interpretation) and likewise soft skills (especially collaboration and communication) in undergraduate and graduate students; throughout the present discourse, the definition of the training intentions of each technological mediation is exposed in the first place, in the second place the gamification aspects were established from the serious games approach and finally the results obtained through the experience are presented of user. the technological mediations presented have their origin in studies carried out within the lines of interest in human-computer interaction (HCI) of the specialization program in information and communication technologies in education of the comfacaúca University Corporation and the Cooperative University in the City of Popayán-Colombia.

1. Introducción

La Interacción Humano Computador (HCI) que Myers, Hollan y Cruz definen como: "El estudio de cómo las personas diseñan, implementan y usan sistemas informáticos interactivos y cómo

las computadoras afectan a los individuos, las organizaciones y la sociedad" (Myers et al., 1996), se ha convertido en un factor de impacto que facilita la accesibilidad y usabilidad de distintos tipos de tecnologías donde se requiere del desarrollo de

competencias tecnológicas y aprendizaje significativo en los individuos.

La necesidad expuesta anteriormente, es considerada un elemento de alto valor para el diseño efectivo de la interacción presente entre los estudiantes como actores y la herramienta como el Ambiente virtual, con el fin de garantizar una experiencia apropiada en la adquisición de conocimientos. En este orden de ideas, el resultado obtenido de implementar HCI en la formación de individuos, toma sentido al hacer uso de tic para la transmisión de conocimientos relevantes a través del análisis de la necesidad de aprender y la recolección de contenidos a la vanguardia, permitiendo proponer a través de las mediaciones tecnológicas un producto tecnológico apropiado para la formación de profesionales al interior de las instituciones de educación superior en áreas específicas del conocimiento.

En la Corporación Universitaria Comfacaucá¹ y la Universidad Cooperativa de Colombia² de la Ciudad de Popayán, se identificó la necesidad implementar una herramienta tecnológica que aparte de promover la adquisición de conocimientos en áreas específicas, contribuya al desarrollo de competencias disciplinares en los profesionales como el trabajo en equipo, en este sentido, el uso de gamificación como factor de innovación didáctica para el aprendizaje permitió la transmisión de conocimientos en calidad de usuarios a través de aplicaciones móviles, donde además de gamificar su experiencia a través de juegos serios fue posible fortalecer las habilidades blandas (*colaboración y comunicación*), cognitivas (*análisis e interpretación*) y tecnológicas (*buscar, obtener y procesar información convirtiéndola en conocimiento*), motivando la continuidad del aprendizaje mediado por tic y proponiendo herramientas de apoyo para la formación en estas instituciones de educación superior.

A través del presente artículo, se presentan algunos de los resultados más representativos en las experiencias de formación mediadas por aplicaciones móviles (smilearning app y piensa seguro app), durante su ejecución entre los años 2018 y 2020, promoviendo la creación y uso de entornos de formación flexibles (adaptativos), de acuerdo con la modalidad educativa de las instituciones universitarias y la alta demanda de profesionales en el sector laboral, permeando la preparación en áreas específicas del saber mediante la transmisión del conocimiento en modalidad B-Learning (semipresencial).

2. Definición metodológica de la experiencia

La metodología empleada para el desarrollo de estas experiencias se basan en la aplicación de investigación acción alternativa desde el análisis de resultados a priori y a posteriori

a la implementación de una mediación tecnológica de tipo app móvil para la formación en el saber específico de anatomía patológica bucal (smilearning app) y seguridad informática (piensa seguro app), generando un proceso comparativo-analítico que permitió en cada caso identificar la necesidad basada en el desarrollo habilidades blandas, cognitivas y tecnológicas en relación con los saberes específicos mencionados anteriormente.

La interacción con el entorno en búsqueda de una solución oportuna para el mejoramiento de la brecha digital y del conocimiento identificada fue implementada bajo el modelo pedagógico constructivista el cual describe Jean Piaget como: “*La necesidad de entregar al estudiante las herramientas necesarias para la construcción de sus propios conocimientos y estrategias para solucionar un problema*” (Saldarriaga-Zambrano et al., 2016); lo anterior permea un conjunto de elementos enlazados para la construcción de un andamiaje el cual consiste en enlazar los conocimientos con la necesidad y entregar una solución óptima, que permita garantizar que la estrategia seleccionada, responda a los requerimientos del medio (Educación Superior) en la formación de profesionales. El uso de Gamificación como estrategia de aprendizaje es esencialmente la forma más adecuada para transmitir conocimiento en cualquier etapa educativa, sin embargo, existe una estrategia más centrada hacia el propósito de formar profesionales en etapa de operaciones formales según la teoría del desarrollo cognitivo de Jean Piaget donde se menciona que un individuo a partir de los 12 años desarrollará pensamiento lógico, abstracto, deductivo e inductivo, por lo tanto tiende a adquirir conocimientos más complejos y en suma desarrollar las habilidades blandas, cognitivas y tecnológicas.

En este sentido, se puede establecer que la estrategia más apropiada para la formación de profesionales a nivel de educación superior es mediante juegos serios (serius games), el cual tiene un alto potencial bajo tres criterios establecidos como la motivación, formación y entrenamiento de los individuos a partir de diversos mecanismos (actividades, multimedia y test) dispuestos en la herramienta tecnológica, garantizando el cumplimiento de los principios del constructivismo (Oliva, 2016).

Este tipo de estrategia emplea una metodología basada en cuatro etapas (logros, motivación, acción y recompensa) que permiten mediante cada interacción lograr el objetivo de formar a los individuos (Ortiz-Colón et al., 2018). En suma es importante resaltar la necesidad de emplear un modelo donde sea posible plasmar el diseño de la gamificación y en este caso específico fue estructurado bajo Gamification Canvas el cual emplea siete niveles como se evidencia en la Figura 1 donde se describen: a. Contexto: Tipo de alumnos, ubicación y tipo de herramienta

¹ www.unicomfacaucá.edu.co

² <https://www.ucc.edu.co/popayan/Paginas/inicio.aspx>

tecnológica; b. Temporalización: Tiempo de uso del recurso; c. Narrativa: Como se presentaran los contenidos; d. Jugadores: Describir a quienes serán dirigidos los contenidos; e. Relación con el Currículo: Describe la necesidad de implementar la estrategia de formación; f. Niveles/Experiencia: Recompensas y complejidad de los contenidos presentados; g. Componentes: Herramientas empleadas para transmitir el conocimiento (Escribano & Cp, 2010).



Figura 1 Gamification Canvas

En consecuencia, frente al uso de gamificación en juegos serios y constructivismo para la formación, se expone mediante la Tabla 1, las características de cada aplicación móvil teniendo presente que pese a ser plataformas con contextos temáticos distintos, convergen en la formación de profesionales y el mejoramiento de las habilidades blandas, cognitivas y tecnológicas.

Tabla 3 Recursos de Información para Diseño Gamificado

Aplicación	Smilearning app	Piensa Seguro app
Lugar de intervención	Universidad Cooperativa (Especialización en Periodoncia y Osteointegración)	Corporación Universitaria Comfacaúca (Ingeniería de Sistemas)
Saber Específico	Anatomía Patológica Bucal	Seguridad Informática
Modelo Pedagógico	Constructivista	
Tipo de contenidos	Actividades, Multimedia (Videos; Infografía; presentaciones) y Test	

Respecto al modelo metodológico constructivista adaptado al estudio y uso de herramientas tic para la adopción de conocimientos en anatomía patológica bucal (APB) y seguridad informática (SI), se efectuaron comprobaciones a partir de referentes a priori y a posteriori, lo cual garantizó determinar los niveles de conocimiento (nc) mediante la aplicación smilearning app y niveles de las habilidades del pensamiento crítico, mediante la aplicación piensa seguro app.

Estos aspectos expuestos anteriormente, permitieron la puesta en marcha del comparativo entre los resultados obtenidos antes y después de la intervención de los recursos de información y comunicación (ric) anteriormente mencionados y su impacto en los profesionales (Rafael Linares, 2008). Ahora bien, las herramientas tecnológicas tuvieron que adoptar la experiencia de usuario (UX) definida como: “*El conjunto de factores y elementos referentes a la interacción de un usuario con una herramienta determinada*” siendo la estructura primordial que facilita en gran medida la accesibilidad, interactividad, disponibilidad y en especial la usabilidad. Para lograr este objetivo es vital sostener una conversación constante entre los usuarios, el equipo de desarrolladores y los diseñadores instruccionales, garantizando un producto fiable, de impacto y que cumpla la función para la cual fue destinado.

El diseño de la experiencia de usuario, se adquiere a través de un proceso básico pero ordenado dividido en cinco etapas que buscan descubrir lo que el usuario final (estudiantes) quiere y espera de un recurso de información y comunicación (Constain et al., 2018); para el caso de las dos herramientas propuestas, la etapa de análisis resultó ser productiva al instante de medir el alcance y diseño iterativo de un producto mínimo viable (prototipo), que el mismo usuario final valida a través de pruebas durante cada iteración de diseño realizada.

En este orden de ideas, las etapas de diseño implementadas en el desarrollo de las herramientas tecnológicas a partir del diseño orientado en UX, se pueden observar en la Figura 2 a continuación:



Figura 2 Cinco etapas para el diseño de UX

Con el modelo de experiencia de usuario ya definido, se prosiguió a la aplicación del modelo de gamificación (juego serio) para el diseño de cada aplicación de acuerdo al contexto de formación respectivo en cada institución (constructivismo), por lo tanto se plasmó un aliciente directo que despierte en el estudiantado interés por aprender, buscando la apertura didáctica de establecer un sistema de enseñanza docente que promueva la formación, selección, actualización y evaluación del contenido curricular que se desarrolla (Ortiz-Colón et al.,

2018), es decir, mediar a través de tic y juegos serios el constructivismo haciendo uso de la modalidad b-learning. Con este propósito claro, se aplicó el ciclo de gamificación (juegos serios) basado en los 4 pasos o estados, presentados en la Tabla 2 por los que el usuario supera hasta alcanzar el objetivo.

Tabla 4 Estrategia de Gamificación (Juego Serio) aplicada en las herramientas tic

Etapa	Descripción
Motivación	Motivar para conseguir que los usuarios entren en el juego; la motivación puede ser la propia recompensa, visibilidad, estatus, etc.
Acción	El jugador o usuario realiza la acción necesaria para conseguir dicha recompensa; dependiendo de la creatividad con la que se realice la motivación, la acción será más o menos viral.
Recompensa	Es el momento en el que el usuario recibe su recompensa; esta recompensa debe ser, no sólo como se ha ideado en la motivación, sino como se ha imaginado el jugador que sería. Por eso, no hay que crear falsas expectativas ni dejar que los jugadores crean cosas que no son, ya que se puede conseguir un efecto viral negativo.
Logros	Es el sentimiento de bienestar que se provoca en el jugador al alcanzar esa meta y obtener la recompensa esperada; esto hace que su motivación sea adicional y volvamos al paso inicial. En el ámbito del marketing sería un cliente fidelizado.

3. Procedimiento

Para evaluar los resultados obtenidos después de la implementación de los recursos de información en sus ambientes educativos respectivos, fue necesario establecer según las necesidades de la investigación el objetivo de estudio del grupo focal que para el caso de smilearning app, se fija en establecer el nivel de conocimiento (nc), mientras que piensa seguro app, es determinar los niveles de habilidades del pensamiento crítico-reflexivo.

Para el primer caso, durante 16 semanas en el saber específico de anatomía patológica bucal se trabajó con un grupo focal de 8 estudiantes mediante las herramienta smilearning app donde de manera semanal, los estudiantes interactuaban con la app consolidando un total de 40 horas de formación mediadas por tic en modalidad *b-learning*; la anterior experiencia de estudio permitió a través de actividades de retroalimentación, chat/foro en tiempo real, contenido multimedia y evaluaciones interactivas, que cada estudiante pudiera acceder al conocimiento y adquirir así un perfil de formación dinámico indiferente a su estilo de aprendizaje.

Tabla 5 Elementos del proceso de Gamificación de RIC

Elementos del proceso de Gamificación Piensa Seguro app	
Componentes	Logros por unidad temática vista
	Puntos en las actividades de retroalimentación
Mecánicas	Incentivos en nota al finalizar cada unidad
	Retroalimentación en cada Quiz/Test
	Interacción con la inteligencia artificial (<i>Infinity</i>)
Dinámicas	Presentación de contenido en formato audiovideo explicativo
	Temática progresiva (<i>Aumento de dificultad por unidad</i>)
Elementos del proceso de Gamificación Smilearning app	
Componentes	Integración de Barra de Progreso
	Actividades de retroalimentación por puntos y intentos
Mecánicas	Incentivos en nota al finalizar cada unidad.
	Retroalimentación en cada Quiz/Test
	Chat/Foro de discusión.
Dinámicas	Barra de progreso por Unidad Temática
	Temática progresiva (<i>Aumento de dificultad por unidad</i>)

En el segundo caso se trabajó con un grupo focal de 5 estudiantes durante 3 semanas, con una estrategia activa, es decir con acompañamiento del docente y las ayudas al interior del recurso, lo cual permite que el estudiante aprenda a su ritmo mediante el planteamiento de metas semanales (retos), lo cual dinamizó el proceso de aprendizaje colaborativo/grupal y de igual forma garantizó la adaptabilidad a los contenidos multimedia, actividades de retroalimentación, evaluaciones interactivas e interacción con el bot de inteligencia artificial (*Infinity*); los componentes mencionados anteriormente, permitieron la accesibilidad al conocimiento de manera íntegra, concreta y minimalista hacia el estudiante mediante el recurso de información y comunicación piensa seguro app, en modalidad *b-learning* y que de ser necesario podría ser adaptado hacia el modelo *e-learning*.

En consecuencia, mediante la Tabla 3 se presenta el marco procedimental de elementos integrados en la gamificación (juegos serios) de cada una de las herramientas, establecido como: *a. Componentes*: Corresponden a los elementos guía e interactivos (logros, barra de progreso, puntajes); *b. Mecánicas*: Elementos de prueba de conocimiento y mejora de lo aprendido (incentivos, quiz/test, bot inteligencia artificial, etc); *c. Dinámicas*: Elementos de formación que permiten apropiar los

conocimientos de manera didáctica a través de multimedia (video, infografías, etc) (Constain Moreno, G.E., Barreda Ramírez, C., Mora Pedreros, 2018).

4. Resultados

Luego de comprender los objetivos de cada uno de los recursos de información y comunicación al igual que su estructura basada en gamificación (juegos serios) para impactar a individuos en etapa de operaciones formales en educación superior y emplear el constructivismo como base para formalizar el uso de tic en la formación del saber específico de anatomía patológica bucal (smilearning app) y seguridad informática (piensa seguro app) es posible exponer los resultados obtenidos en la intervención de los grupos focales, en pro de conocer el nivel de conocimiento y habilidades del pensamiento crítico-reflexivo respectivamente como se muestra a continuación.

4.1. Análisis de Smilearning app

Para este primer caso, es pertinente observar cuales han sido los resultados obtenidos en la evaluación pre test/post test de los estudiantes, al usar smilearning app como recurso para la formación de conocimiento en anatomía patológica bucal, obteniendo los resultados que se observan en las Tablas 4 y 5 siguientes:

Tabla 6 Valores de referencia Pretest de unidades de análisis

Estudiantes	Semestre					
	IV		VI			
	Parcial					
	I	II	III	I	II	III
1	2.6	2.2	2.6	2.2	2.2	2.2
2	2.2	2.2	3	3.4	2.6	3
3	2.6	2.6	1.8	2.6	2.6	3
4	2.2	2.6	2.2	2.6	3	3

Tabla 7 Valores de referencia Post Test de unidades de análisis

Estudiantes	Semestre					
	IV		VI			
	Parcial					
	I	II	III	I	II	III
1	3.8	3.4	3.8	4.6	4.2	3.8
2	3	3.4	3.4	4.2	3.8	3.8
3	3.4	3.4	3	4.2	4.2	3.8
4	3.8	3.4	3.8	3.8	3.4	4.2

En las tablas expuestas anteriormente, se puede evidenciar los semestres divididos en dos colores, donde el color azul simboliza a los estudiantes de cuarto semestre y el color blanco corresponde a los estudiantes de sexto semestre.

De igual manera, se puede observar un incremento significativo en relación con la adopción del conocimiento de anatomía patológica bucal, concluyendo que el uso del recurso de información y comunicación smilearning app en educación con un total de 8 estudiantes generó una nota promedio pre test de 2,55 y pos test de 3,73 con una variabilidad total de 1,18 lo cual se interpreta como una mejora importante para la adopción del conocimiento en esta área mediante el uso de aplicaciones móviles.

Para complementar los valores anteriormente expuestos frente a las evaluaciones pre y post test efectuadas, donde se evidenció un incremento significativo en relación con la adopción de conocimiento frente a la temática de anatomía patológica bucal en el grupo focal (Burbano, 2020), se determina que los conocimientos, fueron reforzados gracias a smilearning app en un 21% y 26% en estudiantes de IV y VI semestre respectivamente; a continuación, se mostrará el contraste existente entre ambas intervenciones de manera a priori y a posteriori a la implementación del recurso de información y comunicación, tal como lo presenta la Tabla 6.

Tabla 8 Comparación de valores Pre y Post Test aplicados

IV Semestre		VI Semestre	
Media Pre Test	Media Pos Test	Media Pre Test	Media Pos Test
2,4	3,5	2,7	4,2
2,4	3,4	2,6	3,9
2,4	3,5	2,8	3,9

4.2. Análisis de Piensa Seguro app

En la segunda propuesta de recurso de información, se pudo evidenciar de igual forma un incremento en relación con la adopción de conocimiento y el desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico-reflexivo (análisis-interpretación), donde se abordaron aspectos importantes sobre la usabilidad pedagógica, que brinda la herramienta, al tratarse de un recurso de información y comunicación dirigido a estudiantes de pregrado pertenecientes a la *Corporación Universitaria Comfacaucá-Unicomfacaucá*, específicamente sobre el programa de ingeniería de sistemas, donde se retoma el saber específico de seguridad informática (Electiva de profundización I) de acuerdo al pensum de la universidad.

La usabilidad según la norma ISO 9241-11 se refiere: “*al alcance en el que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para alcanzar metas específicas con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto específico de uso*” (Martínez De La Teja, 2011). Ahora bien, siguiendo la premisa anterior, se propone un recurso de información y comunicación que cumpla con los parámetros ofrecidos por la norma ISO 9241-11 obteniendo como resultado, una aplicación móvil

(Figura 3) versátil, fiable y capaz de trasmitir conocimiento de manera descentralizada.



Figura 3 Diseño de Aplicación Móvil Piensa Seguro

Al incorporar un modelo pedagógico contemporáneo de tipo constructivista, donde *Karolina González y Catherine Esteban* lo refieren como: “*Asociado con la perspectiva colaborativa por relaciones didácticas.*” (Ojeda, 2013), es posible comprender que el constructivismo en piensa seguro app, juega un papel importante a la posibilidad de formar conocimiento y trabajo colaborativo de manera efectiva en el estudiante mediado por el recurso de información y comunicación, el cual cumple la función de ser el canal para el acogimiento de peticiones del estudiante y facilitar así de este modo el aprendizaje. Respecto a la interacción humano computador mediante piensa seguro app, se pudo cumplir con las expectativas de desarrollo, mejora y usabilidad de herramientas para la formación en este caso particular de profesionales en seguridad informática.

En suma, este aspecto ha permitido incrementar la productividad, brindar mayor seguridad en la adquisición de conocimientos y por ultimo bajar los costos de capacitación mediante tic; a continuación, en la Tabla 7 se evidencian los componentes más importantes que garantizan la viabilidad y efectividad de HCI, aplicados en piensa seguro app:

Tabla 9 Componentes relevantes de la HCI aplicados en Piensa Seguro app

Elemento	Aplicación
Uso y contexto del sistema	Dirigido hacia la formación de profesionales en seguridad informática de la <i>Corporación Universitaria Comfacaucá</i> mediante una aplicación móvil que desarrolle el constructivismo y habilidades a través de Gamificación (juegos serios).
Usuario humano	Establecido como el desarrollo de habilidades blandas (colaboración y comunicación), habilidades del pensamiento crítico-reflexivo (análisis e interpretación) y habilidades tecnológicas (buscar, obtener y procesar información convirtiéndola en conocimiento) frente al saber específico de seguridad informática.

Computadora la herramienta tecnológica posee una estrategia gamificada (juegos serios) adaptada hacia la formación de individuos en etapa de operaciones formales (mayores de 12 años) donde es necesario la implementación de información multimedia, actividades, chats y evaluaciones formativas que contribuyan a la adquisición de conocimientos en seguridad informática.

piensa seguro app fue desarrollado bajo los principios de UX y el diseño de ambientes virtuales de aprendizaje lo cual conlleva a la creación de guiones para los contenidos multimedia, wireframe (diagrama de hilos) para conocer una pre visualización de un producto mínimo viable basado en las opiniones de los usuarios y expertos para finalmente ser aplicado en el contexto de estudio.

Algunos de los resultados más representativos obtenidos mediante la implementación de piensa seguro app en relación con el desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico-reflexivo (análisis e interpretación) en los estudiantes, permitió la comparación de resultados pre test/post test, como se muestra en la Figura 4 y 5 a continuación:

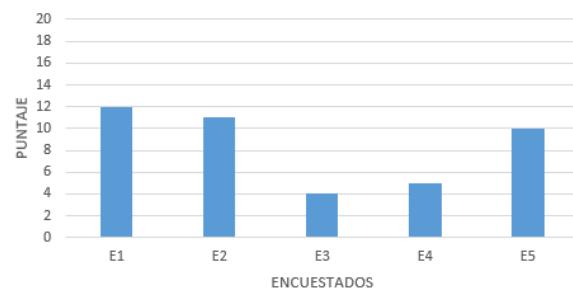


Figura 4 Resultados Pre Test-2020

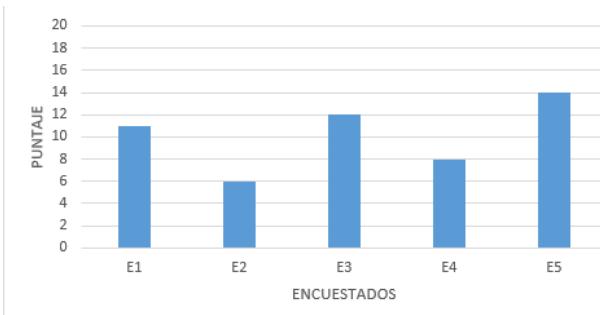


Figura 5 Resultados Post Test 2020

De las anteriores figuras se puede evidenciar que el grupo focal de estudiantes desarrollaron correctamente habilidades de

análisis e interpretación gracias a la intervención del recurso de información y comunicación piensa seguro app, a través del cual se permeo la temática de seguridad informática. En este sentido, mediante la Figura 6, se presenta el comparativo entre el estado a priori y a posteriori de los estudiantes de manera conjunta en relación a las habilidades del pensamiento crítico-reflexivo.

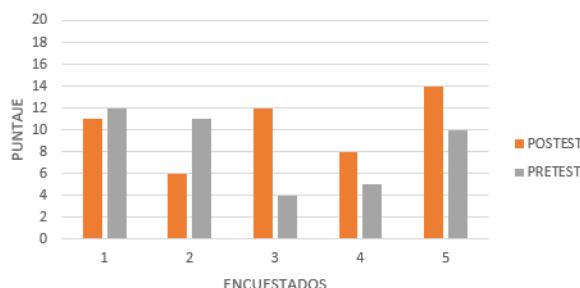


Figura 6 Comparativa Resultados Pre Test/Post Test

De la Figura VI anteriormente expuesta, se puede evidenciar que el grupo focal escogido, tendió al alza y adopción del conocimiento por medio del desarrollo de habilidades del pensamiento crítico reflexivo (análisis-interpretación), lo que garantiza que la estrategia empleada fue efectiva y cumplió con los objetivos planteados al inicio de la investigación.

Otro aspecto importante dentro de la evaluación de usabilidad, es la respuesta que los estudiantes tuvieron al uso de la herramienta, por lo tanto, fue necesario complementar el estudio con una encuesta que permitió recolectar datos relacionados con la satisfacción a lo que se obtuvo el siguiente resultado presentado en la Figura 7:

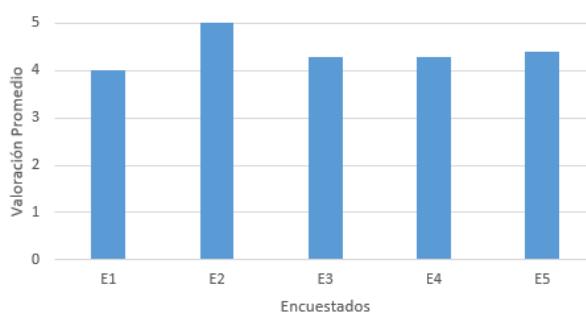


Figura 7 Resultados Encuesta de Satisfacción

La encuesta de satisfacción pone en evidencia mediante la escala likert empleada donde 0 es la calificación mas baja y 5 la mas alta, que la aceptación del recurso fue alto con un promedio de 4,4 equivalente al 88%, lo cual se interpreta como una valoración alta y en palabras de uno de los estudiantes encuestados “*Es un recurso que contribuye a la formación mediante la adaptabilidad al estilo de aprendizaje y adopción del conocimiento en temáticas específicas y a la vanguardia, al usar la tecnología para algo mas que consultar información o jugar*”.

5. Conclusión

En conclusión luego de implementar el proceso de análisis diseño, desarrollo e implementación (modelo instruccional addie) en cada una de las aplicaciones móviles con el objetivo de reforzar y acompañar al estudiante en el camino hacia la adquisición de conocimiento y potencialización de los niveles de conocimiento (smilearning app) y el nivel de las habilidades del pensamiento crítico-reflexivo (piensa seguro app), se pudo evidenciar que el futuro del aprendizaje se enfoca en el desarrollo de recursos de información y comunicación-tic, dirigidos hacia la formación, accesibilidad y usabilidad, incorporando modelos pedagógicos contemporáneos de tipo constructivista que permitan mediante toda la amplia gama de elementos disponibles para la transmisión de conocimiento generar conciencia hacia la nueva virtualidad y donde la HCI interviene como plataforma base para crear tic de impacto bajo los criterios de calidad que garanticen el aprendizaje colaborativo y desarrollo de nuevas habilidades en los profesionales independiente de la modalidad empleada (b-learning/e-learning); adicionalmente, al implementar tic en el aula de clase, se incita la creación y mezcla de nuevos paradigmas de aprendizaje que permitan el desarrollo tanto personal como interdisciplinar que para el caso de smilearning app es médica y piensa seguro app ingenieril y que por su naturaleza son distantes, sin embargo en estructura para la adopción del conocimiento pueden ser hibridadas hacia los entornos de tipo mixtos, es decir donde se incorpore tecnología que pueda ser de fácil uso, acceso y modularidad obteniendo resultados como los evidenciados en el presente artículo, donde las herramientas sobresalieron y cumplieron el objetivo de mejorar los niveles de conocimiento al igual que el desarrollo de habilidades cognitivas, blandas y tecnológicas que requiere el campo laboral y la sociedad contemporánea.

Referencias

- Burbano, C. (2020). Aprendizaje colaborativo mediado por App en periodoncistas en formación. *Universidad de SAB Buenaventura*. http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001360727
- Constatin, G., Collazos, C., & Moreira, F. (2018). Use of HCI for the development of emotional skills in the treatment of Autism Spectrum Disorder: A systematic review. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI, 2018-June*(Table 1), 1–6. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2018.8399209>

Constaín Moreno, G.E., Barreda Ramírez, C., Mora Pedreros, P. A. (2018). *Determination of the Appropriation Level in the Collaborative Work, a Challenge in Distance Education Focused on E-learning*. International Journal of Human-Computer Interaction. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-05270-0>

Escribano, F., & Cp, A. (2010). Gamification Model Canvas Evolution for Design Improvement : Player Profiling and Decision Support Models. *Fundación Iberoamericana Del Conocimiento*, 1–6. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1145/12345.67890>

Martínez De La Teja, G. M. (2011). Usabilidad Y Accesibilidad En Web. *Darwin*, 1, 1–5. <http://www.semac.org.mx/archivos/6-11.pdf>

Myers, B., Hollan, J., Cruz, I., Bryson, S., Bulterman, D., Catarci, T., Citrin, W., Cruz, I., Glinert, E., Grudin, J., Hollan, J., Ioannidis, Y., Jacob, R., John, B., Kurlander, D., Myers, B., Olsen, D., Pausch, R., Shieber, S., ... Wittenburg, K. (1996). Strategic directions in human-computer interaction. *ACM Computing Surveys*, 28(4), 794–809. <https://doi.org/10.1145/242223.246855>

Ojeda, C. E. (2013). Caracterización de modelos pedagógicos en formación e-learning. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 2(39), 4–16–16. <https://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/viewFile/422/864>

Oliva, H. A. (2016). The gamification as a methodological strategy in the university educational context. *Realidad y Reflexión*, 44, 19. <https://www.camjol.info/index.php/RyR/article/view/3563>

Ortiz-Colón, A.-M., Jordán, J., & Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educação e Pesquisa*, 44(0), 1–17. <https://doi.org/10.1590/s1678-4634201844173773>

Rafael Linares, A. (2008). Master en Paidopsiquiatría Módulo I Desarrollo Cognitivo : Las Teorías. *Master En Paidopsiquiatría. Bienio 07-08*, 1, 29. http://www.paidopsiquiatria.cat/files/teorias_desarrollo_cognitivo_0.pdf

Saldarriaga-Zambrano, P. J., Bravo-Cedeño, G. del R., & LoorRivadeneira, M. R. (2016). La teoría constructivista de Jean Piaget y su significación para la pedagogía contemporánea. *Revista Científica Dominio de Las Ciencias*, 2, 127–137. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5802932.pdf>

Un enfoque para el diseño inclusivo de videojuegos centrado en jugadores daltónicos

An approach for inclusive video game design focused on color blind gamers

Josefa Molina-Lopez

Lenguajes y Sistemas Informáticos
Universidad de Granada
Granada, España
pepaml@correo.ugr.es

Nuria Medina Medina

Lenguajes y Sistemas Informáticos
Universidad de Granada
Granada, España
nmedina@ugr.es

Recibido: 30.11.2020 | Aceptado: 03.03.2021

Palabras Clave

Accesibilidad
Diseño centrado en el usuario
Diseño centrado en el jugador
Diseño inclusivo
Daltonismo
Discapacidad
Inclusión
Videojuego

Resumen

El "Diseño Centrado en el Usuario de Sistemas Interactivos" pretende mejorar la experiencia del usuario con este tipo de software en términos de accesibilidad y usabilidad. Los videojuegos son sistemas interactivos, pero los jugadores buscan en ellos una experiencia lúdica que no encuentran en otras aplicaciones de este tipo. Esta diferenciación obliga a replantear el proceso de diseño de estos sistemas surgiendo el término "Diseño Centrado en el Jugador", que adapta las etapas de diseño y desarrollo de las aplicaciones interactivas clásicas en función de las características propias de los videojuegos, mejorando la experiencia del jugador también en términos de jugabilidad.

Es necesario, para lograr un diseño inclusivo del videojuego, tener en cuenta la diversidad de las capacidades físicas y/o cognitivas de los jugadores potenciales. Uno de los colectivos más desfavorecidos en su relación con los sistemas interactivos y videojuegos es el de las personas con discapacidad visual. En esta línea, este artículo propone definir un nuevo modelo para el "Diseño Centrado en el Jugador Daltónico" basado en el modelo previo "Diseño Centrado en el Jugador". Este nuevo modelo ofrece herramientas de análisis y diseño específicas para la inclusión de jugadores con ceguera del color durante el desarrollo del videojuego.

Keywords

User-centered design
Player-centric design
Inclusive design
Colour blindness
Disability
Video Game

Abstract

The "User-Centered Design of Interactive Systems" aims at improving the user experience of such systems in terms of accessibility and usability. Video Games are interactive systems but players seek in them a leisure experience that they cannot find in other similar applications. This differentiation requires rethinking the design process of these systems, and gave rise to the term "Player-Centred Design", which adapts the different phases of the design and development of classical interactive applications to the characteristics of the video games, improving also the user experience in terms of playability.

To achieve an inclusive design of video games, it is necessary to consider the diversity of physical and/or cognitive capabilities of potential players. One of the most unfavoured collective in terms of their relationship with interactive systems and video games is the one formed by people with visual disability. Tending to this need, this paper proposes the definition of a new model for the "Color Blind Player-Centred Design" based on the previous "player-centered design" model. Our new model offers specific analysis and design tools for the inclusion of color-blind players during the development of video games.

1. Introducción

En el mundo del entretenimiento los videojuegos han pasado a ser una de las industrias que más factura en la actualidad (Sánchez, González, Padilla, Gutiérrez y Cabrera, 2008). Estos sistemas interactivos tienen la particularidad de que no han sido desarrollados para resolver una funcionalidad específica (como los sistemas interactivos tradicionales), sino que su fin es entretener y divertir al usuario (González, 2010), aun cuando se trate de juegos serios donde existe implícito un propósito “serio” la diversión debe estar presente. Sin embargo, estas características lúdicas puede que no estén al alcance de todo el mundo, o no en la misma medida, ya que en muchas ocasiones no se ha tenido en cuenta al colectivo de personas con discapacidad a la hora de diseñar y desarrollar este tipo de software.

Según la Unesco, un 15% de la población mundial tiene “grandes dificultades para funcionar” y se prevé que estas cifras de personas con discapacidad vayan aumentando debido principalmente al envejecimiento de la población y al aumento de las enfermedades crónicas a escala mundial (O.M.S., 2021). Teniendo en cuenta todo esto y con la finalidad de ampliar al máximo el público objetivo, se deberían crear productos que sean física, cognitiva y emocionalmente apropiados para todas las personas. Los diseñadores deberían comenzar a contemplar la diversidad humana como una oportunidad para conseguir mejores diseños, afrontando la tarea de diseño sin prejuicios para no restringir sus diseños a personas de un determinado género, edad, capacidad lingüística, alfabetización tecnológica y capacidad física o psíquica (Microsoft Manual Inclusive Toolkit, 2021).

El amplio espectro de discapacidades que existe impide realizar un diseño para todos y requiere conocer muy bien las problemáticas asociadas a cada discapacidad. Además, algunas discapacidades como por ejemplo las visuales, tendrán más impacto que otras en el uso del producto. Entre estas discapacidades se encuentra el daltonismo o deficiencia del color, definido como una “afección por la cual no se pueden ver los colores de manera normal” (American Academy of Ophthalmology, 2021), y que afecta aproximadamente al 8% de los hombres y al 1% de las mujeres en Europa (Prevent Blindness, 2021). Dado el gran número de personas con ceguera del color (hereditaria o adquirida) y la variabilidad en la severidad de esta enfermedad (acromático, monocromático, dicromático o tricromático anómalo), nos ha parecido un buen punto de partida centrar nuestro trabajo en este colectivo cuya experiencia con muchos de los videojuegos comercializados actualmente no llega a ser plenamente satisfactoria.

La dificultad que encuentran los jugadores daltónicos a la hora de jugar a muchos de estos videojuegos se debe principalmente a que no se ha tenido en cuenta su discapacidad en las fases tempranas del diseño y desarrollo de los mismos. Son muchas las ocasiones en que pequeñas modificaciones o adaptaciones de elementos del videojuego permitirían una experiencia completa con un coste mínimo para los jugadores que sufren esta alteración de la visión. Es común que las compañías desarrollos, a posteriori, parches o actualizaciones de software para eliminar

barreras de accesibilidad que con una correcta planificación nunca deberían de haber existido. Esto, además de un coste adicional del producto, supone a veces el abandono del videojuego por parte de este colectivo que no se siente incluido. Al igual que pasa con los jugadores daltónicos, son muchas las personas que debido a su discapacidad no pueden, o al menos no de manera apropiada, jugar a muchos de los videojuegos que encontramos actualmente en el mercado. Y aunque en los últimos tiempos se ha avanzado mucho en este aspecto, es necesario que todas las personas involucradas en esta industria partan de un punto común en lo que a inclusión se refiere para evitar este tipo de situaciones.

Por todo lo anterior, pensamos que es fundamental añadir la inclusión como una propiedad más en cada una de las etapas del modelo de diseño y desarrollo software de videojuegos. En nuestra investigación, partimos del modelo presentado en (González, 2010) denominado “Diseño de Videojuegos Centrado en el Jugador” (en adelante DVCJ), en el que hemos sustituido al “jugador medio” (entendiendo por jugador medio a aquel que puede jugar en la forma o dentro del margen que se considera normal para un ser humano (García y Sánchez, 2001) por “cualquier jugador” (entendido como aquel en el que no importe su capacidad física o cognitiva). Al ser la discapacidad un término que abarca un espectro tan amplio y heterogéneo de personas, asegurar su total inclusión en el diseño y desarrollo de un videojuego no es una tarea sencilla. De ahí, que hayamos decidido como punto de partida centrarnos en adaptar la creación de videojuegos a aquellos jugadores que sufren daltonismo, siendo este un colectivo que podría mejorar mucho su experiencia de juego modificando únicamente algunos aspectos visuales de los mismos. Por tanto, en el presente trabajo, se pretende a través de la modificación de cada una de las fases de la metodología (DVCJ) añadir la inclusión del jugador daltónico. Para ello, se plantea el desarrollo de una serie de herramientas y recursos que permitirán introducir la inclusión del jugador daltónico como una característica más en cada una de las fases del modelo de partida.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente manera: el apartado 2 presenta el estado del arte (apartado 2.1.) y los fundamentos del “DVCJ” (apartado 2.2). En el apartado 3.1. se define el concepto de diseño inclusivo de videojuegos para el jugador daltónico. A partir de esta nueva definición, se propone una adaptación de la secuencia de fases de desarrollo y diseño de (González, 2010) para la creación inclusiva de videojuegos para el jugador daltónico (apartados: 3.2, 3.3., 3.4., 3.5. y 3.6.). En el último apartado (apartado 4), se recogen las conclusiones y se detalla el punto en el que se encuentra actualmente nuestra investigación así como el trabajo que queda por hacer para que la inclusión de las personas con daltonismo en el mundo de los videojuegos sea una realidad.

2. Diseño Inclusivo de Videojuegos para Jugadores Daltónicos

2.1 Estado del arte

Desde el punto de vista del desarrollo software, el concepto de Diseño Centrado en el Usuario (DCU o UCD del inglés User-

Centered Design) ha ganado popularidad en los últimos años como proceso encaminado al diseño de productos software que respondan a las necesidades reales de sus usuarios finales (Sánchez, 2011). En 1999 el estándar ISO 13407:1999 (ISO-13407, 1999) proporciona un marco de trabajo para aplicar el diseño centrado en el usuario sin estipular qué métodos deben ser utilizados, y es sobre la base de este estándar donde reposa el modelo de proceso de la ingeniería de la usabilidad y de la accesibilidad presentado en (Saltiveri, Vidal y Delgado, 2011) y al que califican como “Diseño Interactivo Centrado en el Usuario”. Este modelo persigue “casar” el modelo de desarrollo de sistemas interactivos de la ingeniería del software con los principios básicos de la ingeniería de la usabilidad y la accesibilidad para proporcionar una metodología que sea capaz de guiar a los equipos de desarrollo durante el proceso de implementación de un determinado sistema interactivo (Saltiveri et al., 2011).

Aunque los videojuegos pueden ser considerados como sistemas interactivos, difieren mucho de los sistemas interactivos clásicos que actualmente se encuentran en el mercado. Por esto en (González, 2010), y partiendo de (Saltiveri et al., 2011), se redefine cada una de las etapas de este modelo teniendo en cuenta las distintas facetas de la jugabilidad. Surgiendo así el nuevo modelo “Diseño de Videojuegos Centrado en el Jugador” (DVCJ) que servirá de punto de partida de esta investigación y cuya idea es contemplar al jugador desde las más tempranas fases del ciclo de desarrollo del software utilizando las facetas de la jugabilidad para elicitar requisitos propios de ésta, requisitos que se tendrán en cuenta en prototipos evaluables bajo un proceso iterativo para crear los elementos jugables que compondrán el videojuego.

En 1997, Conell define el diseño para todos como “el diseño de productos y entornos con el fin de que sean usables por el máximo número de personas posibles, sin necesidad de adaptación o diseño especializado” (Hassan y Martín, 2003), contemplando así uno de los aspectos objetivo del presente trabajo: el hecho de que no sea necesaria una “adaptación específica” del producto (en este caso software), ya que desde el punto de vista de la discapacidad esto lo único que provoca es aislar (más si cabe) a este colectivo. Se persigue más bien el concepto de diseño universal que, como aclara Stephanidis (2001), “no implica necesariamente que un único diseño deba ser adecuado para todos los usuarios, sino que debe ser entendido como una nueva filosofía de diseño que intenta satisfacer las necesidades de accesibilidad para el mayor número de usuarios posibles” (Hassan y Martín, 2003). Es decir, el término Diseño Universal debe ser interpretado como el esfuerzo de diseñar productos para que sean accesibles por el mayor número posible de usuarios, y no como la imposición de que esto se deba conseguir a través de un único diseño final (Hassan y Martín, 2003).

Cada día hay más documentación acerca del diseño y desarrollo de software accesible, y más concretamente acerca de la creación de videojuegos para todos (ejemplo de ello es el trabajo publicado en (Bierre, Grammenos, Hinn y Westin, 2011). También, son numerosas las guías publicadas entre las que se encuentra la creada por el gobierno español en 2012 “Buenas

prácticas de accesibilidad en videojuegos” (Ministerio de Sanidad, 2021) con la que se busca apoyar y concienciar a los desarrolladores y diseñadores para que tengan en cuenta la accesibilidad desde el inicio de su creación. Aunque esta guía no es de pautas como tal, sí que cita algunas estrategias que mejorarían la accesibilidad en el mundo de los videojuegos. También hay que destacar en este mismo año (2012) la guía publicada por la Game Accessibility Guide (Game accessibility guidelines, 2021) (dividida en tres niveles de dificultad de implantación de las pautas) y la de AbleGamers, Includification (The ablegamers foundation, 2021) con pautas de accesibilidad divididas por discapacidad. Más actual es la contribución de la International Game Developers Association (IGDA) a través de su grupo Special Interest Group (SIG) que aunque ya publicó un primer documento en 2004, fue renovado en 2017 (IGDA Game Access SIG, 2021) proponiendo directrices de accesibilidad derivadas de una muestra de juegos accesibles ya existentes en el mercado. Algunas directrices en esta guía son: permitir activar/desactivar la vibración en los controles del juego, permitir hacer zoom, no usar filtros para daltónicos que cambien todo lo de un color a otro, etc. También son muchas las investigaciones centradas en mostrar diversas barreras de accesibilidad en videojuegos, como el trabajo realizado en (Heron, 2012) y (Salvador-Ullauri et al., 2017) en el que se proponen principios básicos de diseño (por ejemplo: ajustar colores, tamaños y (si es posible) fuentes, zoom o mostrar a lo largo del videojuego diversos canales de salida de información) para eliminar algunas de las barreras más comunes (por ejemplo: integrar texto directamente en el mundo del juego, no usar subtítulos, etc.), además de revisar la accesibilidad de algunos títulos actualmente en el mercado. En (Delgado y Martínez, 2014) se analizan algunos problemas en la interacción con este tipo de software como son: dificultad de comprensión de la información del juego y problemas al transmitir órdenes o ejecutar comandos del mismo. En otros trabajos se proponen estrategias para mejorar la accesibilidad desde las fases iniciales de diseño del videojuego como en (Salvador-Ullauri et al., 2017) y (Torrente, del Blanco, Moreno, Martínez-Ortiz y Fernández-Manjón 2009). O se exponen algunas soluciones prácticas, como en (Valente, de Souza y Feijó, 2009), donde se ocupan de diseñar interfaces no visuales para videojuegos en dispositivos móviles además de sostener que la transformación de las interfaces no solo facilita la inclusión de personas con dificultad en la visión sino que permite al resto de jugadores experimentar con otros sentidos y mejorar su experiencia de inmersión; o en (Yuan, Folmer y Harris, 2011) y (Pozuelo y Álvarez, 2012) donde además de mostrar cómo la discapacidad afecta a la manera de jugar, revisa algunos de los juegos accesibles y las estrategias utilizadas para ello (añadir locuciones y señales auditivas para poder jugar sin ver, proporcionar instrucciones al juego por diferentes vías, etc.).

Si ponemos el foco en la discapacidad visual, son varios los trabajos centrados en las dificultades encontradas por este colectivo. Estos esfuerzos se realizan de manera genérica (Salvador-Ullauri, Jaramillo-Alcázar y Luján, 2017), proponiendo medios alternativos para hacer llegar información visual no perceptible por determinados usuarios con discapacidad (por ejemplo, mediante sonidos o narraciones orales) o para mejorar la accesibilidad en juegos concretos,

como en (Shrier, 2011) y (Yuan y Folmer, 2008) donde se implementa un guante que transforma información visual del juego “Guitar Hero” en retroalimentación haptica. También en (Archambault, Ossmann, Gaudy y Miesenberger, 2007) y (Torrente et al., 2009) se proponen iniciativas para mejorar la experiencia de juego de los usuarios discapacitados y se aboga por dotar a las personas con discapacidad visual de la oportunidad de acceder a juegos multimedia, prestando especial atención en que los juegos sigan siendo juegos. Son menos los textos académicos que hablan específicamente de la accesibilidad de los videojuegos en personas con daltonismo, aunque sí que encontramos foros específicos de jugadores con daltonismo en los que se hablan de las principales dificultades que se encuentran como en (Xataka, 2020) y (Kotaku, 2020) y blogs en los que se presentan algunas soluciones como en (The Gamer’s Experience, 2020). Por ejemplo, en (Xataka, 2020) se hace referencia (entre otras) a las dificultades encontradas en un juego concreto como el FIFA, en el que los jugadores daltónicos (en la mayoría de los casos) no saben si pasan el balón a un rival o a un compañero, por ser las equipaciones de los dos equipos de distintos colores pero muy parecidas en forma (por ejemplo: pantalón liso y camiseta a rayas).

Mejorando la accesibilidad de los videojuegos se logra la inclusión de un mayor número de jugadores, para ello es fundamental que el usuario participe desde las fases más tempranas convirtiéndose en el centro de todo el proceso. Por esto Newell y Gregor (Newell y Gregor, 2000) proponen considerar una mayor variedad de características y funcionalidades de los usuarios, advirtiendo del conflicto entre la accesibilidad y la facilidad de uso para personas sin discapacidad, que denominan “Diseño inclusivo sensible al usuario” (“User Sensitive Inclusive Design”), en el que involucran a aquellos usuarios con necesidades especiales y a expertos especializados en las mismas. Basándonos en esta definición y teniendo en cuenta la definición de diseño centrado en el usuario de (Sánchez, 2011), en (Hassan y Martín, 2013) se define el concepto de Diseño Inclusivo como aquel marco metodológico cuyo objetivo es satisfacer las necesidades de acceso y uso de un mayor rango de usuarios que aquellos representados por el “usuario medio”, involucrando para ello a usuarios discapacitados o en contextos de uso desfavorables en el desarrollo. A diferencia de otros conceptos que representan “filosofías” de diseño, el Diseño Inclusivo no sólo define el objetivo perseguido (accesibilidad universal), sino también la forma de alcanzar dicho objetivo, la metodología.

2.2 Diseño de Videojuegos Centrados en el Jugador

Como ya se ha comentado anteriormente, el punto de partida del modelo de diseño y desarrollo de videojuegos presentado en este trabajo parte del denominado “Diseño de Videojuegos Centrados en el Jugador” propuesto en (González, 2010) y en el que se analizan los videojuegos como sistemas interactivos cuyo principal objetivo se basa en entretener y divertir a todo usuario (jugador) que hace uso (juega) de ellos. El objetivo fundamental de este modelo es medir la experiencia del usuario a lo largo de todo el proceso de desarrollo a través de una propuesta integradora de la jugabilidad como caracterización de la experiencia del jugador con las propiedades y atributos que

permitan analizarla en un videojuego determinado (González, 2010). Se pretende así evitar fracasos en la comercialización de este tipo de software por posponer el análisis de la jugabilidad a etapas tardías del desarrollo, cuando además de muy costoso ya es muy difícil solucionar los problemas que se han encontrado y que hacen que un videojuego sea poco o nada “jugable”.

Esta propuesta (González, 2010) introduce al usuario desde las fases más tempranas del ciclo de desarrollo de software, utilizando las facetas de la jugabilidad para elicitar los requisitos propios de ésta que serán tenidos en cuenta en prototipos evaluables bajo un proceso iterativo para crear los elementos jugables que compondrán el videojuego (Figura 1).

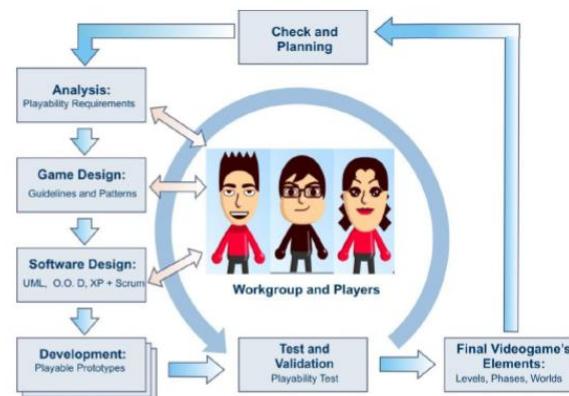


Figura 1: Ciclo de Desarrollo en el “Diseño de Videojuegos Centrados en el Jugador” (González, 2010)

El fin último de nuestra investigación es establecer las bases de un modelo de diseño y desarrollo de videojuegos que alcance la inclusión plena del jugador daltónico, proporcionándole la mejor experiencia posible. Para ello, partiremos del modelo de “DVCJ” (González, 2010) (Figura 1) (el cual surge a su vez de añadir a cada una de las etapas de “Diseño interactivo centrado en el usuario” (Saltiveri et al., 2011) las propiedades de accesibilidad y usabilidad) y añadiremos una nueva propiedad a cada una de sus etapas, la propiedad llamada “inclusión del jugador daltónico”. Es decir, usabilidad, accesibilidad, jugabilidad e inclusión del jugador daltónico, son los cuatro pilares que sustentan esta nueva propuesta de diseño que pretende obtener no una adaptación menos divertida del juego para personas con daltonismo sino un juego que garantiza la propiedad intrínseca de la diversión.

3. Fases del diseño inclusivo y desarrollo de un videojuego centrado en el jugador daltónico

3.1 Definición de Diseño Inclusivo de Videojuegos para Jugadores Daltónicos

Un videojuego es un programa informático creado para divertir, basado en la interacción entre una persona y una máquina donde se ejecuta el videojuego (González, Cabrera y Gutiérrez, 2007). Sin embargo, esta interacción se complica cuando el jugador presenta una disfunción visual como puede ser el daltonismo, incluso en sus casos menos graves. El principal problema es que estas personas no pueden percibir o tienen dificultades para

interpretar cierta información visual (imágenes, textos, videos, etc.), especialmente aquella que para su uso requiere una correcta interpretación del color. Al no recibir la información de forma adecuada se hace muy difícil (a veces imposible) llevar a cabo una partida, siendo mala la experiencia de juego en la mayoría de los casos.

El modelo que proponemos (el cual integra dentro del modelo definido como “DVCJ” (González, 2010) la inclusión de los jugadores daltónicos) será denominado “Diseño Inclusivo de Videojuegos para el Jugador Daltónico” y parte de la base de definiciones como: “Diseño Centrado en el Usuario”, “Diseño para todos”, “Diseño Inclusivo sensible al usuario”, “Diseño de Videojuegos centrado en el jugador”, “Diseño Inclusivo” y “Diseño interactivo centrado en el usuario” vistas en (Sánchez, 2011), (Hassan y Martín, 2003), (Newell y Gregor, 2000), (González, 2010), (Hassan y Martín, 2013) y (Saltiveri et al., 2011) respectivamente. Además, tiene en cuenta: a) que el proceso de desarrollo de videojuegos puede considerarse similar al proceso de desarrollo de software, pero con elementos que recuerdan al montaje de un puzzle y a la producción de una película, como son: guión, creación de escenarios, diseño de personajes, etc. y b) asegurar las mejores sensaciones a los jugadores daltónicos (Sánchez et al., 2008).

En base a todo lo anterior, definimos el “Diseño Inclusivo de Videojuegos para el Jugador Daltónico” como aquella propuesta de diseño y desarrollo de un videojuego que responde en cada una de sus etapas a las necesidades reales tanto de aquellas personas que no pueden ver el color de manera normal como al resto de jugadores, asegurando una experiencia de juego satisfactoria sin la necesidad de adaptación o diseño especializado alguno. Cabe matizar que entendemos por una experiencia de juego satisfactoria aquella en la que al jugador le resulta fácil aprender a jugar y que durante el juego genera diversión y motivación en el jugador, al cual debe serle posible superar todos los retos del juego sin frustrarse y en un tiempo adecuado. Es decir, el “Diseño Inclusivo de Videojuegos Centrado en el Jugador Daltónico” se ha de caracterizar por enfocar durante todo el proceso de diseño la idea de satisfacer las necesidades del jugador daltónico, traduciendo a un formato perceptible para él todos los estímulos basados en información del color, sin que esto empeore la experiencia de otros jugadores que no padecen esta afección.

Para la definición de este nuevo ciclo de desarrollo, partiremos de cuatro fases ya propuestas en el ciclo de desarrollo del “DVCJ” (González, 2010) que parten a su vez de las presentadas en (Saltiveri et al., 2011): 1) análisis, 2) diseño, 3) desarrollo, 4) evaluación de elementos jugables y 5) fase de propuesta de mejoras; añadiendo en aquellas fases que sea necesario las herramientas adecuadas para que la inclusión plena de los jugadores daltónicos sea posible. La figura 2 muestra el ciclo de desarrollo propuesto de acuerdo al mencionado “Diseño Inclusivo de Videojuegos Centrado en el Jugador Daltónico”. Es importante resaltar que los jugadores (daltónicos o no) serán el

centro de todo el proceso y serán tenidos en cuenta desde las primeras fases del diseño y desarrollo del videojuego. Será necesario, por tanto, un análisis multidisciplinar de los distintos tipos de daltonismo y las principales características de cada uno de ellos, contando con expertos en este tipo de discapacidad.



Figura 2: Fases del “Diseño Inclusivo y Desarrollo de un Videojuego Centrado en el Jugador Daltónico”

3.2 Fase de análisis

El concepto que en última instancia mide la calidad de un sistema software viene determinado a partir de la concordancia entre sus requisitos y el mayor o menor grado de su consecución. Y no sólo hacemos referencia a los requisitos funcionales, sino a aquellos que están relacionados con el uso de los sistemas y que están directamente relacionados con la eficiencia, la efectividad y la satisfacción percibida por parte del usuario final (Saltiveri et al., 2011), que en el caso que nos ocupa incluiría a los jugadores daltónicos.

En la fase de análisis, al examen de los requisitos de jugabilidad del que se parte en el “DVCJ” (González, 2010) hay que añadir nuevos requisitos de inclusión del jugador daltónico, y se hará en forma de una lista (extensible) de atributos: reconocimiento, localización, diferenciación y control, para cada una de las facetas de jugabilidad: intrínseca, mecánica, interactiva, artística, intrapersonal e interpersonal. De este modo, se gestionarán dos tablas, la de obtención de requisitos de jugabilidad y la de obtención de requisitos de inclusión del jugador daltónico. Además, se propone en esta fase la realización de un documento en el que se describan las posibles barreras de accesibilidad que el grupo de jugadores daltónicos podría encontrarse en el videojuego que se está desarrollando. Estas barreras se obtendrán a través del estudio de diferentes publicaciones y a través de pruebas realizadas por jugadores daltónicos en juegos similares. Una vez que se tenga esta lista de barreras, será el grupo de trabajo (jugadores daltónicos y no daltónicos, desarrolladores, diseñadores y especialistas en la discapacidad) los que las estudien y analicen las dificultades detectadas proponiendo distintas soluciones para cada una de

ellas. Cabe destacar que para el desarrollo adecuado de las anteriores tareas consideramos fundamental el análisis en profundidad del perfil del jugador daltónico, para lo que se propone usar lo que en (Microsoft Manual Inclusive Toolkit, 2021) se denomina “Espectro de la persona” y que sigue la filosofía de “diseñar para uno favorecer a muchos”. Esto es, basándose en la identificación de las particularidades de la discapacidad, en nuestro caso daltonismo, una solución desarrollada para este colectivo en concreto puede ser utilizada por un número de personas mucho mayor en diversos escenarios situacionales. Es decir, soluciones adaptadas a personas con daltonismo permanente (jugador daltónico desde su nacimiento) pueden ser utilizadas por jugadores con alteraciones en la visión del color temporal (jugador con problemas en la visión del color debido a un traumatismo, una intoxicación medicamentosa o alguna enfermedad vascular) o situacionalmente (jugador que juega en condiciones adversas de luz, tecnología, etc.).

En el modelo de partida, “DVCJ” (González, 2010), la jugabilidad global se divide en jugabilidades más específicas que vienen determinadas en seis facetas del videojuego:

- Intrínseca: relacionada con cómo se representan las reglas, los objetivos, el ritmo y las mecánicas del juego.
- Mecánica: relacionada con la calidad del juego como sistema software (fluidez de las escenas cinematográficas, correcta iluminación, sonido, comportamiento de personajes y del entorno, etc.).
- Interactiva: relacionada con la interacción del usuario (diseño de la interfaz de usuario, mecanismos de diálogo, sistemas de control, etc.).
- Artística: relacionada con la calidad y adecuación artística y estética de todos los elementos del videojuego (calidad gráfica, banda sonora, efectos sonoros, etc.).
- Intrapersonal: de alto valor subjetivo ya que está relacionada con la percepción que del videojuego tiene el usuario y los sentimientos que a este le produce.
- Interpersonal: relacionada con las sensaciones o percepciones de los usuarios cuando se juega en compañía (cooperativa, competitiva o colaborativamente).

Se analiza para cada una de estas seis facetas de la jugabilidad qué atributos pueden verse afectados y qué elementos de un videojuego pueden provocar una mejor experiencia respecto a ese atributo. Para ello, se propone una tabla de obtención de requisitos de jugabilidad (Figura 3), en la que se interroga acerca de qué objetivos se cumplen para cada atributo en cada faceta, justificándose por qué resulta interesante su incorporación y asignándole un valor de 0 a 10 en función de la importancia que se dará a su inclusión final en el videojuego. Los atributos que se valoran en cada una de las facetas son: satisfacción, aprendizaje, efectividad, inmersión, motivación y componente social. En el “Diseño Inclusivo de Videojuegos Centrado en el Jugador Daltónico”, se propone utilizar esta misma tabla para valorar los requisitos de la jugabilidad tanto para jugadores daltónicos como para aquellos que no lo son, intentando alcanzar una experiencia de juego lo más satisfactoria posible en ambos colectivos.

Faceta	Atributo	Objetivos a cumplir en el Videojuego	Justificación	Valoración (0-10)
Jugabilidad Intrínseca	Satisfacción			
	Aprendizaje			
	Efectividad			
	Inmersión			
	Motivación			
	Emoción			
Jugabilidad Mecánica	Satisfacción			
	Aprendizaje			
	Efectividad			
	Inmersión			
	Motivación			
	Emoción			
Jugabilidad Interactiva	Satisfacción			
	Aprendizaje			
	Efectividad			
	Inmersión			
	Motivación			
	Emoción			
Jugabilidad Artística	Satisfacción			
	Aprendizaje			
	Efectividad			
	Inmersión			
	Motivación			
	Emoción			
Jugabilidad Intrapersonal	Satisfacción			
	Aprendizaje			
	Efectividad			
	Inmersión			
	Motivación			
	Emoción			
Jugabilidad Interpersonal	Satisfacción			
	Aprendizaje			
	Efectividad			
	Inmersión			
	Motivación			
	Emoción			
	Social			

Figura 3: Plantilla de obtención de requisitos de jugabilidad a partir de las facetas de jugabilidad (González, 2010)

De forma adicional, se creará también una tabla de requisitos relacionados con la inclusión del jugador daltónico a partir de los atributos correspondientes que pueden verse afectados en cada una de las facetas de la jugabilidad (Figura 4).

Faceta	Atributo	Objetivos a cumplir por el videojuego	Justificación	Valoración (0-10)
Jugabilidad intrínseca	Reconocimiento			
	Diferenciación			
	Localización			
	Control			
Jugabilidad Mecánica	Reconocimiento			
	Diferenciación			
	Localización			
	Control			
Jugabilidad Interactiva	Reconocimiento			
	Diferenciación			
	Localización			
	Control			
Jugabilidad Artística	Reconocimiento			
	Diferenciación			
	Localización			
	Control			
Jugabilidad Intrapersonal	Reconocimiento			
	Diferenciación			
	Localización			
	Control			
Jugabilidad Interpersonal	Reconocimiento			
	Diferenciación			
	Localización			
	Control			

Figura 4: Plantilla de obtención de requisitos de inclusión del jugador daltónico

En dicha tabla, se especificarán los objetivos a cumplir por el videojuego justificados y valorados de acuerdo a cada faceta de la jugabilidad. Los atributos dentro de cada faceta serán definidos por cada equipo de desarrollo, de manera que se adegúen lo más posible al videojuego que se está desarrollando

y a las indicaciones de los especialistas en daltonismo involucrados en el equipo de desarrollo. No obstante, como punto de partida, se proponen los siguientes atributos a evaluar en cada faceta:

- Reconocimiento: Evalúa si se identifican los elementos del videojuego con la imagen mental que de ellos tiene el jugador. De esta forma se pretende garantizar que cada elemento significativo del videojuego sea representado de manera realista para el jugador daltónico. No se ha de obviar que las personas daltónicas ven su mundo “real” de un color distinto a las personas con visión normal, de ese mismo color han de ver el mundo “virtual”.
- Diferenciación: Evalúa el grado con el que se diferencian unos elementos de otros. Pretende asegurar que el jugador daltónico es capaz de reconocer dónde empieza y acaba cualquier elemento importante para el desarrollo del videojuego.
- Localización: Mide la correcta identificación de entornos y escenarios del videojuego. El jugador daltónico es capaz de situarse en cualquier punto (escena, escenario, etc.) del desarrollo del videojuego y ser consciente de dónde se encuentra en cada momento.
- Control: Evalúa si en todo momento el jugador tiene el control del videojuego. El jugador daltónico controla la escena en cualquier punto del desarrollo del juego y conoce qué opciones tiene para continuar jugando. Para ello los elementos de control deben ser accesibles.

Por ejemplo, si nos centramos en la faceta de la jugabilidad artística, algunos objetivos de los atributos indicados para lograr la inclusión del jugador daltónico podrían ser:

- Reconocimiento: Representar visualmente los elementos de cada escenario de acuerdo a la percepción del color específica del jugador daltónico (por ejemplo el césped lo han de ver del mismo color en el juego que en su vida “real”, aunque no sea verde).
- Diferenciación: Representar visualmente diferentes a los aliados de los enemigos usando colores “no problemáticos” para el jugador o haciendo uso de texturas diferentes, etiquetas, etc.
- Localización: Identificar visualmente todos los elementos relacionados con la situación del jugador dentro de la partida (mundo, pantalla, etc.) usando etiquetas u otros indicadores de localización.
- Control: Identificar visualmente todos los elementos de la escena necesarios para controlar la partida en cada momento sin hacer uso de colores “problemáticos”.

Además de las dos tablas de requisitos de jugabilidad e inclusión del jugador daltónico indicadas anteriormente, en la fase de análisis será necesario analizar en profundidad las posibles barreras de accesibilidad que podrían encontrar los jugadores con alteración en la visión del color en el videojuego que se está desarrollando. Para ello, proponemos formalizar este nuevo análisis en una tabla en la que se indicarán las principales barreras de accesibilidad (Figura 5) junto a las soluciones

propuestas tanto por los jugadores involucrados en el diseño, como por los profesionales interdisciplinares del grupo de trabajo. Esta tabla será específica para cada videojuego, pero el objetivo es que sirva para otros desarrollados en el futuro. Las principales barreras de accesibilidad de un videojuego para jugadores daltónicos se pueden obtener a través de: a) la evaluación por parte de grupos de jugadores daltónicos de videojuegos similares que actualmente estén en el mercado, analizando los problemas encontrados y logrando así abstraer nuevas barreras de accesibilidad que podrían darse en el desarrollo en curso y b) consultando documentación y bibliografía ya publicada como (Ministerio de Sanidad, 2021), (López, Medina y de Lope, 2016) y (Molina-López y Medina-Medina, 2019), que recopilan las barreras resumidas en la tabla de la figura 5.

Barreras de Accesibilidad	Soluciones Propuestas
Elementos importantes del videojuego como; avatares, etiquetas para distinguir a los enemigos, color de equipaciones, selección de respuestas, etc., que solo se pueden distinguir por su color	
Botones de colores en los dispositivos (por ejemplo en los mandos) que determinen movimientos fundamentales para el juego	
Elementos que no son importantes para el desarrollo normal de la partida que no son distinguibles por estar basados principalmente en el color o en algún efecto óptico inapreciable para una persona con daltonismo. Por ejemplo; animaciones, agrupaciones de objetos por su color, fondos o filtros, etc.	
Uso de efectos ópticos (brillos, sombras, degradados, parpadeos, etc.)	
Elementos del videojuego no distinguibles hasta que no se pasa el cursor por encima	
En caso de que el videojuego espere una respuesta por parte del jugador. Y esta respuesta dependa del color de algún elemento, hay poco tiempo para encontrar la solución (por ejemplo resolución de puzzles, marcar alguna zona de un mapa, etc.)	

Figura 5: Plantilla de análisis de las barreras de accesibilidad del videojuego para el jugador daltónico

A modo ilustrativo, proponemos algunas soluciones a cada una de las barreras identificadas en la tabla anterior:

- Elementos importantes del videojuego únicamente distinguibles por el color: una de las posibles soluciones sería “Asociar a los elementos importantes del videojuego basados en el color un indicador secundario”. Como caso de uso concreto de videojuego en el que se aplica esta solución, encontramos *Bejeweled 3* (Figura 6) en el que se muestra cómo se vería la interfaz del videojuego en el caso de sufrir algún tipo de ceguera de color. Como se puede observar, si además de con el color como elemento diferenciador no se contara con la forma de cada pieza (indicador secundario), sería un juego inaccesible para algunas personas con ceguera del color.

- Botones de colores en los dispositivos (por ejemplo en los mandos) que determinen movimientos fundamentales para

- el juego: una de las posibles soluciones sería “Asociar letras/símbolos a los botones o controles hardware”.
- Elementos que no son importantes para el desarrollo normal de la partida que no son distinguibles por estar basados principalmente en el color o en algún efecto óptico inapreciable para una persona con daltonismo: una de las posibles soluciones sería “Calibrado personalizable del color del videojuego” para usar colores alternativos.
 - Uso de efectos ópticos (brillos, sombras, degradados, parpadeos, etc.): una de las posibles soluciones sería “Disponer de diversos filtros de color” para inhabilitar los efectos cuando fuera necesario.
 - Elementos del videojuego no distinguibles hasta que no se pasa el cursor por encima: una de las posibles soluciones sería “Aplicar diferentes texturas a localizaciones importantes del videojuego” para diferenciar zonas.
 - Solicitud de respuestas basadas en el color y con tiempos de reacción cortos: una de las posibles soluciones sería “Configuración de la velocidad de espera de respuesta del videojuego” para dar más tiempo (si es que así lo necesitan) a usuarios con ceguera del color.

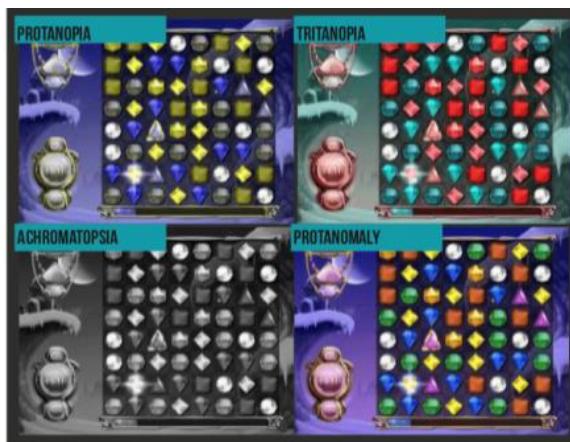


Figura 6: Ejemplo de caso de uso de la solución “Asociar a los elementos importantes del videojuego basados en el color un indicador secundario” aplicado al videojuego Bejeweled 3

3.3 Fase de diseño conceptual del videojuego

En la *fase de diseño conceptual*, se ha de utilizar toda la documentación ya publicada que ayude al diseño inclusivo de personas con discapacidad visual que se puedan adaptar al jugador daltónico o propiamente creadas para esta discapacidad, como pueden ser los textos y guías de accesibilidad que se presentan en el apartado 2.1., foros creados por jugadores daltónicos, etc. Además, se propone una guía de estilo propia cuyas pautas de diseño principales han de ser concretadas por el grupo de trabajo y pueden partir de las soluciones dadas a las barreras de accesibilidad mostradas en la fase de análisis (Figura 5). Por otro lado, se pretende manejar un nuevo documento que contendrá una guía de patrones de diseño para solucionar problemas de accesibilidad del jugador daltónico en videojuegos y cuyo objetivo principal es dar solución a problemas presentes y futuros que aparezcan de manera reiterativa en los

videojuegos, además de estandarizar un lenguaje común que sea comprensible para todas las personas involucradas en la creación del videojuego sea cual sea el nivel de abstracción al que pertenezcan. Un catálogo de patrones ha sido publicado en anteriores trabajos (Molina-López y Medina-Medina, 2019). Por último, se propone la creación de “tarjetas de actividad”, cuyo propósito es garantizar que el diseño llevado a cabo incluya realmente al jugador daltónico (garantizar el diseño inclusivo). Después de llevar a cabo las actividades relacionadas con el análisis de requisitos, el equipo de desarrollo cuenta con la información necesaria para modelar el sistema. El diseño de un sistema interactivo es determinante en el sentido en que supone la conexión de los requisitos con la implementación y, evidentemente, del resultado de esta conexión derivará la interfaz con la que el usuario interactuará (Saltiveri et al., 2011). Para ello en el modelo “DVCJ” (González, 2010) se propone el uso de patrones de diseño y guías de estilo propias en las que se fomenta la jugabilidad dentro del videojuego y se definen estilos de diseño mediante frases sencillas del tipo: “el tiempo es oro” (no hay que perder el tiempo al jugador), “hay que establecer fases y niveles” (debe existir una meta clara u objetivo a alcanzar), “hay que identificar el perfil del usuario”, “adaptar lo que se quiere enseñar y cómo enseñarlo”, “buscar una realimentación del videojuego que promueva el entrenamiento del jugador”, “motivar al jugador para no frustrarlo”, “promover la empatía de personajes y jugadores”, “proporcionar recompensas por acciones correctas” e “interactuar conrealismo”.

En el modelo de ciclo de desarrollo que presentamos para la inclusión del jugador daltónico en el presente trabajo, además de seguir las pautas de las guías revisadas en el apartado 2.1., proponemos la creación de guías de estilo propias definidas a partir de las principales barreras de accesibilidad detectadas y sus soluciones para fomentar la inclusión del jugador con alteración en la visión del color en ese videojuego concreto. Por ejemplo, a partir de la tabla de barreras presentada en la figura 5, proponemos una guía de estilo con las siguientes pautas de diseño:

- Configuración del grado de daltonismo para ajustar un filtro de color predefinido: Este filtro predeterminado realiza una modificación automática de determinados colores fácilmente confundibles para daltónicos por otros que no lo son (por ejemplo, cambiar rojos por azules, etc.) en función de su tipo de daltonismo.
- Selección de un conjunto de filtros personalizados: Cada filtro modifica los colores de la escena por otros considerados más apropiados por el propio jugador. Esta adaptación se ajusta mejor al jugador que la que podría ejecutar un filtro automático, ya que dos individuos con el mismo tipo de daltonismo pueden presentar diferencias significativas en su forma de percibir el color.
- Personalización del color de los elementos principales del videojuego (equipaciones, avatares amigos y enemigos, etc.), dejando el resto de colores de la escena sin modificar.
- Calibrado personalizado de colores.
- Asociar signos a color (abecedario de colores).

- Aplicación de diferentes texturas a determinados elementos del videojuego (mapas, equipaciones, etc.).
- Configuración personalizable de la posición y formas de los elementos más relevantes de la interfaz de usuario para evitar confusiones con el fondo u otros elementos.
- Ajuste de la velocidad para tener más tiempo de reacción en retos que impliquen el uso del color.

Otra de las herramientas de diseño que se propone en este artículo (basada en trabajos previos (Molina-López y Medina-Medina, 2019) es la utilización de una guía de patrones específicos para resolver problemas de accesibilidad orientados a la inclusión del jugador daltónico, que se puede ir completando en cada iteración del modelo. Es importante destacar que en esta guía el conjunto de patrones estará relacionado entre sí, no siendo únicamente una colección de patrones inconexos, y que además tiene el valor añadido de fomentar la creación de un lenguaje común que pueda ser utilizado por todo el grupo de trabajo que está desarrollando el videojuego. Para que este conjunto de patrones sea, como se indica en (Van Welie y Van der Veer, 2003), verdaderamente una herramienta de gestión de conocimiento efectiva, además de estar conectados, han de estar organizados siguiendo algún criterio semántico. En nuestro modelo, proponemos usar la organización propuesta en (Van Welie y Van der Veer, 2003), la cual sigue una estructura jerárquica que va de problemas más grandes a más pequeños.

En cada nivel organizativo, cada uno de los patrones describirá una solución probada en el contexto de la accesibilidad del jugador daltónico en función de una plantilla que deberá de ajustarse a las necesidades del equipo de trabajo y que en nuestra propuesta se describe en función a tres ejes: el problema de interacción, la pauta (o pautas) que lo resuelve y el patrón (o patrones) que implementa dicha pauta. Así, partiendo de un problema de interacción sufrido por un jugador con ceguera de color, estableceremos qué pauta o pautas de accesibilidad de las distintas guías existentes (en este caso se han usado las guías “Includification” (The ablegamers foundation, 2021) y “Game accessibility guidelines” (Game accessibility guidelines, 2021)) es conveniente aplicar. Y, una vez determinadas estas pautas, indicaremos qué patrones utilizar para facilitar su implementación garantizando así su cumplimiento y resolviendo el problema de interacción de partida (Molina-López y Medina-Medina, 2019). En la figura 7, se muestran dos patrones asociados a los problemas de interacción relacionados con la “Dificultad de percibir información por estar referenciada únicamente por el color”. Se han estructurado en una plantilla dividida en: Problema de interacción, Pauta/s que resuelve, Descripción de la solución y Consecuencia.

	PATRONES DE DISEÑO DE VIDEOJUEGOS PARA LA INCLUSIÓN DE JUGADORES DALTONICOS	
	PATRÓN Configurar colores alternativos	PATRÓN Asociar indicador secundario a personaje
Problema de interacción	Una persona con ceguera del color no percibirá la información transmitida por el color rojo y verde o por los colores azul y amarillo (según cuál sea su tipo de ceguera) ya que no los percibe normalmente.	En juegos donde es necesario identificar de forma instantánea a los personajes, las personas con ceguera del color pueden tener dificultades si dicha diferenciación se basa únicamente en el color.
Pauta/s que resuelve	Color del texto configurable y Cursor configurable.	Agregar un indicador secundario cuando se utiliza únicamente el color para indicar un estado importante.
Descripción de la solución	Incluir en el menú del juego una opción que permita configurar un color alternativo a cada elemento cuyos colores puedan dar problemas en caso de ceguera del color (rojo, verde, azul y amarillo).	Asociar a cada personaje una etiqueta o símbolo que permita diferenciarlo de otro.
Consecuencia	El juego muestra colores que el usuario es capaz de percibir correctamente.	El jugador podrá distinguir perfectamente a los personajes y desarrollar normalmente su juego.

Figura 7: Patrones asociados a los problemas de interacción relacionados con la “dificultad de percibir información por estar referenciada únicamente por el color”.

Por último, en esta fase de diseño conceptual se propone la creación de tarjetas de actividad (Microsoft Inclusive Toolkit Activities, 2021) adaptadas al daltonismo, que podrán ser utilizadas por los usuarios y grupo de trabajo en el momento del diseño que se considere más oportuno. Cada tarjeta de actividad indica: a) la etapa del proceso de diseño en la que se va a utilizar (se le asigna un nombre, un patrón y un color), b) el propósito que se pretende alcanzar con la actividad, c) instrucciones a seguir durante su desarrollo, d) material necesario y e) consejos y consideraciones a tener en cuenta cuando se usa la tarjeta. A continuación, mostramos una tarjeta de actividad usada para identificar el realismo de los escenarios desde el punto de vista del jugador daltónico en la fase del diseño de interfaz de usuario (Figura 8).

Estas tarjetas de actividad, junto con las herramientas indicadas previamente (pautas y patrones de diseño) conforman un toolkit (conjunto de herramientas) de diseño que podría usarse no solo para daltonismo sino para cada discapacidad que se quiera incluir en un proceso de diseño inclusivo (Microsoft Manual Inclusive Toolkit, 2021).

	Diseño de Escenarios para la inclusión del jugador daltónico: Analogía mundo "real" y virtual.
Propósito	El escenario de juego ha de ser lo más parecido posible al mundo "real" del jugador daltónico (entendiendo cómo este perfil de jugador percibe el color).
Instrucciones 	<p>1) Intercambie ideas durante 3-5 minutos para identificar qué elementos del escenario real son susceptibles de modificar su aspecto cuando se representen en el mundo virtual y por qué.</p> <p>2) Establezca un horario para entrevistar a jugadores daltónicos y anote si efectivamente los elementos identificados en el punto 1 son susceptibles de tener problemas a la hora de su identificación por este colectivo. Apunte también los nuevos elementos que surjan de la evaluación de estos usuarios.</p> <p>3) Piense en qué modificaciones son necesarias para la correcta identificación de estos elementos en el escenario y cómo se podrían incorporar en su modelo de diseño.</p>
Materiales 	Material necesario para tomar notas.
Consejos y consideraciones 	Contrastar las soluciones encontradas en dos o más escenarios análogos.

Figura 8: Ejemplo de tarjeta de actividad “Analogía mundo real y virtual”

3.4 Fase de diseño y desarrollo de prototipos

Desde que comienza el desarrollo de un sistema interactivo, necesitamos probar partes del mismo con multitud de objetivos: hacer test de funcionalidades, averiguar aspectos relacionados con la interfaz del sistema (posición de controles, textos, colores, etc.), validar la navegación, probar nuevas posibilidades técnicas, etc. (Saltiveri et al., 2011). Es importante que el grupo de trabajo (expertos en daltonismo, diseñadores y desarrolladores) establezca, antes del desarrollo del prototipo, cuáles serán los objetivos a cumplir en lo que a inclusión de jugadores daltónicos se refiere. Para ello, se aconseja utilizar la tabla de requisitos de inclusión de jugadores daltónicos desarrollada en la fase de análisis, que nos permitirá realizar bocetos, storyboards, prototipos en papel, etc., que guiarán a los expertos en esta tarea.

Dado que en esta fase no afectan las características físicas del jugador hemos de utilizar técnicas estándares de modelado, como UML, para que expertos que nada tengan que ver con la discapacidad puedan desarrollar prototipos que serán evaluados posteriormente por jugadores daltónicos hasta alcanzar el grado de inclusión plena de este colectivo. También se recomienda utilizar metodologías de creación de software ágiles por ser las que mejor se adaptan a la creación de videojuegos, como las que se propone en el “DVCJ” (González, 2010) y se describen en (Dimes, 2015) como aquellas cuyo objetivo es satisfacer al cliente entregando, rápidamente y a menudo, sistemas que tengan valor. Orientadas a proyectos iterativos e incrementales en los que el cliente participa activamente del proceso. Las técnicas más conocidas son: Extreme Programming (XP) y Scrum.

3.5 Fase de evaluación y test

En la *fase de evaluación y test*, se utilizarán los métodos de: a) observación, recogiendo información a partir de gestos y constantes biométricas de los jugadores daltónicos cuando llevan a cabo una partida, b) evaluación cuantitativa de la inclusión del jugador daltónico, a partir de propiedades creadas para medirla de manera independiente y de atributos añadidos a las propiedades ya existentes de jugabilidad y que se centran en la resolución de retos y alcance de metas y c) evaluación cualitativa de la inclusión del jugador daltónico, a través de inspecciones heurísticas, formularios y listas de verificación. El objetivo de todas estas herramientas es ayudar a que el grupo de trabajo constate que la inclusión del jugador daltónico para el producto que se está desarrollando es una realidad.

La evaluación es la actividad necesaria de comprobación que comprende un conjunto de metodologías y técnicas que analizan la usabilidad y/o la accesibilidad de un sistema interactivo en diferentes etapas del ciclo de vida del software (Saltiveri et al., 2011). Pero como ya se ha advertido anteriormente, los videojuegos no son sistemas interactivos al uso, sino que buscan la diversión del jugador. Es por eso por lo que es necesario añadir a este proceso de evaluación la comprobación de las propiedades de jugabilidad expuestas en el “DVCJ” (González, 2010). Pero además, el modelo objetivo de este estudio, el “Diseño Inclusivo de Videojuegos Centrado en el Jugador Daltónico” añade una nueva propiedad que habrá que evaluar separadamente, la inclusión del jugador daltónico.

Cada vez que se desarrolle un prototipo habrá que evaluar el nivel de inclusión de los jugadores daltónicos que se ha alcanzado en el mismo. Este objetivo estará directamente relacionado con la evaluación de la experiencia de juego y aceptación de este colectivo. En concreto será necesario comprobar la consecución de los niveles deseados para los atributos de Reconocimiento, Diferenciación, Localización y Control en cada una de las facetas de jugabilidad contempladas en la etapa de análisis. Del mismo modo, podrían detectarse barreras de accesibilidad para jugadores daltónicos que no se han eliminado completamente e identificar pautas y patrones de diseño que podrían aplicarse para mejorar el diseño desde el punto de vista de la inclusión de este colectivo. Es posible que se detecte también la necesidad de refinar los perfiles de

jugadores daltónicos (“Espectro del jugador daltónico”) o de ejecutar alguna tarjeta de actividad de nuevo. Todo esto sin olvidar que la experiencia de juego de los jugadores que no sufren esta discapacidad ha de ser también satisfactoria. Para llevar a cabo esta evaluación se utilizarán los métodos de observación, de evaluación cuantitativa y de evaluación cualitativa.

3.5.1 Método de observación

Este método consiste en realizar test que analizan las expresiones faciales y corporales o las constantes biométricas (ritmo cardíaco, presión sanguínea, etc.) de los jugadores, incluyendo en la experiencia de observación a jugadores daltónicos. Este método se utiliza también para la medida de la jugabilidad (González, 2010), y sirve para saber cómo de buena ha sido la experiencia de uso que con nuestro prototipo ha experimentado el jugador. Si las observaciones para jugadores daltónicos difieren de las observaciones genéricas podría detectarse una brecha de exclusión.

3.5.2 Evaluación cuantitativa de la inclusión del jugador daltónico

Partiendo del estándar ISO 9126-4: 2004, en donde la calidad del uso del sistema se mide en función de las propiedades de efectividad, productividad, satisfacción y seguridad, en el modelo “DVCJ” (González, 2010) se añaden nuevos atributos a las propiedades anteriormente descritas y dos propiedades nuevas necesarias para la evaluación de la jugabilidad que son la eficiencia y la flexibilidad. Así, dentro de cada propiedad se proponen varias métricas asociadas a sus distintos atributos y para cada métrica se especifica el propósito, fórmula, interpretación y método de evaluación. La figura 9 muestra las métricas propuestas en (González, 2010) dentro de cada propiedad.

	Nombre de la Métrica	Propósito
Efectividad	Efectividad en la Meta	¿Qué porcentaje de metas y retos se han alcanzado correctamente?
	Completitud de la Meta	¿Qué porcentaje de metas y retos se han completado?
	Frecuencia de Intentos por Meta	¿Cuál ha sido la frecuencia de intentos?
Eficiencia	Tiempo de Meta dependiente del color	¿Cuánto tarda el usuario daltónico en alcanzar la meta que depende del color para su realización?
	Eficiencia de Meta dependiente del color	¿Cómo de eficiente es el usuario daltónico en alcanzar la meta que depende del color para su realización?
	Eficiencia Relativa de Meta dependiente del color	¿Cómo de eficiente es un jugador no daltónico respecto a un jugador daltónico en alcanzar la meta que depende del color para su realización?
Flexibilidad	Uso de adaptaciones para daltónicos	¿Qué porcentaje de metas se alcanzan utilizando adaptaciones creadas para jugadores daltónicos?
	Daño del software adaptado a jugadores daltónicos	¿Cómo incide la corrupción en los módulos software que realizan la adaptación a jugadores daltónicos en el juego de este colectivo?
Satisfacción	Escala de satisfacción sobre las adaptaciones para daltónicos	¿Cómo de satisfecho está el jugador daltónico con las adaptaciones realizadas para daltónismo?
	Cuestionario de satisfacción sobre el uso del color	¿Cómo de satisfecho está el jugador daltónico con el uso del color en el videojuego?
	Preferencia de uso del jugador daltónico	¿Qué porcentaje de usuarios daltónicos prefieren el juego frente a otro?

Figura 9: Métricas asociadas a la propiedad de jugabilidad (González, 2010)

En el modelo propuesto para la inclusión del jugador daltónico en el presente trabajo, será necesario añadir a cada métrica propia de la jugabilidad nuevos atributos que hagan referencia a la inclusión del jugador daltónico, así como una propiedad nueva “inclusión del jugador daltónico” que sirva para evaluar de manera explícita la satisfacción de este colectivo con el modelo desarrollado. Concretamente, se añaden las métricas específicas de la figura 10 para evaluar la inclusión del jugador daltónico.

	Nombre de la Métrica	Propósito
Efectividad	Metas dependientes del color	¿Qué porcentaje de metas y retos dependen del color para ser completadas?
	Efectividad en las metas dependientes del color	¿Qué porcentaje de metas y retos que dependen del color se han alcanzado?
	Completidud en las metas dependientes del color	¿Qué porcentaje de metas y retos que dependen del color se han completado?
	Frecuencia de Intentos para Metas dependientes del color	¿Qué frecuencia de intentos ha habido en metas y retos que dependen del color para ser completadas?
Eficiencia	Tiempo de Meta dependiente del color	¿Cuánto tarda el usuario daltónico en alcanzar la meta que depende del color para su realización?
	Eficiencia de Meta dependiente del color	¿Cómo de eficiente es el usuario daltónico en alcanzar la meta que depende del color para su realización?
	Eficiencia Relativa de Meta dependiente del color	¿Cómo de eficiente es un jugador no daltónico respecto a un jugador daltónico en alcanzar la meta que depende del color para su realización?
Flexibilidad	Uso de adaptaciones para daltónicos	¿Qué porcentaje de metas se alcanzan utilizando adaptaciones creadas para jugadores daltónicos?
	Daño del software adaptado a jugadores daltónicos	¿Cómo incide la corrupción en los módulos software que realizan la adaptación a jugadores daltónicos en el juego de este colectivo?
Satisfacción	Escala de satisfacción sobre las adaptaciones para daltónicos	¿Cómo de satisfecho está el jugador daltónico con las adaptaciones realizadas para daltónismo?
	Cuestionario de satisfacción sobre el uso del color	¿Cómo de satisfecho está el jugador daltónico con el uso del color en el videojuego?
	Preferencia de uso del jugador daltónico	¿Qué porcentaje de usuarios daltónicos prefieren el juego frente a otro?

Figura 10: Métricas específicas de inclusión del jugador daltónico asociadas a la propiedad de jugabilidad

Respecto a la propiedad de “Inclusión del jugador daltónico” se incluirían métricas más específicas para analizar el uso y la satisfacción del jugador daltónico con cada una de las adaptaciones específicas realizadas en el juego para su inclusión. Por lo tanto, sería una propiedad dependiente de cada videojuego y debería ser instanciada por el equipo interdisciplinar que está desarrollando el producto. A modo de ejemplo, podría incluir métricas del tipo: a) Filtro para cambiar un solo color (¿Qué número de jugadores daltónicos utilizan el filtro cambio de un color para alcanzar la meta?, ¿Cuál es la satisfacción de los usuarios daltónicos durante el uso de los filtros de color?), etc., b) Uso de Zoom (¿Qué número de jugadores daltónicos utilizan zoom para alcanzar la meta?, etc.), etc. Las métricas en esta dimensión pueden ser definidas usando como base las soluciones a las barreras de accesibilidad para daltónicos que se han implementado en el juego, así como las pautas y patrones implementados.

3.5.3 Evaluación cualitativa de la inclusión del jugador daltónico

Esta evaluación se basará en inspecciones heurísticas, cuestionarios y listas de comprobación, evitando así largos períodos de experimentos con jugadores sobre todo en prototipos poco avanzados y carentes de funcionalidad (González, 2010). Se realizará una triple evaluación cualitativa, por un lado una evaluación heurística basada en los requisitos de inclusión del jugador daltónico en las distintas facetas de jugabilidad. Para ello, el equipo de trabajo partirá de la tabla de obtención de requisitos de inclusión del jugador daltónico que

se ha cumplimentado en la fase de análisis (Figura 4). Por ejemplo, en la faceta artística, heurísticas de evaluación podrían ser: los elementos fundamentales de la escena no son reconocibles únicamente por su color, los elementos artísticos de la escena tienen colores reconocibles por los jugadores daltónicos, los elementos de selección (cursos, menús, botones, etc.) no se confunden con el fondo de la escena, etc. Por otro lado, se podrían realizar cuestionarios a jugadores con distintos tipos de daltonismo y niveles de afectación de esta enfermedad que servirían para evaluar la experiencia de juego en los distintos prototipos y detectar posibles problemáticas no atendidas.

Por último, se implementarán tablas de verificación de soluciones. Se propone verificar que las soluciones propuestas a las barreras de accesibilidad de la fase de análisis (Figura 5) han sido aplicadas al prototipo desarrollado. Por ejemplo, si para distinguir los avatares del juego se ha propuesto como solución asignarle a cada personaje una etiqueta, será necesario verificar que se ha llevado a cabo esta tarea de etiquetado.

3.6 Elementos finales del videojuego y propuesta de mejoras

En la fase de *elementos finales y propuesta de mejoras*, contaremos con toda la información recogida en fases anteriores para analizar y promover aquellas mejoras que se consideren necesarias desde el punto de vista de la accesibilidad del jugador daltónico y que serán el punto de partida de la siguiente versión de prototipo a desarrollar.

Se añadirán en esta etapa, soluciones y elementos adaptados a personas con daltonismo (que también podrían ser usadas por otros usuarios que no sufren este tipo de discapacidad) que irán apareciendo tras la evaluación de cada prototipo implementado, buscando mejorarlo en la siguiente iteración del modelo. Por tanto, cada propuesta de mejora se analizará en términos de efectividad para el jugador daltónico, también se tendrá en cuenta que su inclusión no repercute negativamente para el resto de jugadores. Es más, podría incluso beneficiar a jugadores que presenten de forma temporal algún tipo de ceguera del color.

4. Conclusiones y trabajo futuro

Se ha propuesto una adaptación del modelo de “Diseño y Desarrollo de Videojuegos Centrado en el Jugador” a un nuevo modelo en el que se incluya el jugador daltónico, “Diseño Inclusivo Centrado en el Jugador Daltónico”, contemplando toolkits de análisis, diseño y evaluación que integran nuevas herramientas como son: tablas de requisitos de inclusión de jugadores daltónicos, análisis del espectro del jugador daltónico, análisis de barreras de accesibilidad, guías de estilos y patrones de diseño, tarjetas de actividad, medidas cuantitativas de las propiedades creadas para la inclusión del jugador daltónico y sus atributos, baterías de preguntas, heurísticas, etc. Como trabajo futuro es muy importante definir con el mayor grado de formalidad posible cada una de las herramientas integradas en el modelo para la inclusión del jugador daltónico. Por ejemplo, se deberán establecer fórmulas para evaluar las métricas de evaluación cuantitativa propuestas, especificar de forma más técnica las pautas de diseño, etc. Una vez desarrolladas y validadas cada una de estas herramientas, será necesario llevar a cabo una experiencia de validación del modelo propuesto. Para ello, se proyecta conducir experiencias con uno o varios videojuegos en desarrollo, sometiendo a verificación tanto el proceso (evaluado por los miembros del equipo de desarrollo, integrando ingenieros, especialistas y jugadores daltónicos) como el resultado (evaluado por jugadores daltónicos y no daltónicos). La implementación de estos casos de estudio será fundamental para consolidar la propuesta.

Para finalizar, nos gustaría aclarar que nuestro objetivo no es el de quedarnos aquí. Queremos que este trabajo sirva como punto de partida y se extienda hasta abarcar el mayor número posible de las discapacidades existentes hoy en día, con el fin de poder cubrir las necesidades del mayor número posible de personas. Es decir, el fin último sería alcanzar un “Diseño Inclusivo Centrado en el Jugador” a través del cual se consiga proporcionar las mismas sensaciones y experiencias que tienen los jugadores sin discapacidad a aquellos que sí que las sufren, en mayor o menor medida, sin la necesidad de una adaptación específica del videojuego o un videojuego desarrollado únicamente para ellos y que lo único que consigue es excluir más a estos colectivos.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de investigación del programa estatal de I+D+i RTI2018-096986-B-C32 (PERGAMEX-ACTIVE)

Referencias

- Sánchez, J. G., Zea, N. P., Gutiérrez, F. L., & Cabrera, M. J. (2008). De la Usabilidad a la Jugabilidad: Diseño de Videojuegos Centrado en el Jugador. *Proceedings of INTERACCION*, 99-109.
- González Sánchez, J. L. (2010). Jugabilidad. Caracterización de la experiencia del jugador en videojuegos.
- O.M.S. (Organización Mundial de la Salud) (2021). <https://www.who.int/features/factfiles/disability/es/>. (acceso 10/01/2021)
- Microsoft Manual Inclusive Toolkit (2021). https://download.microsoft.com/download/b/0/d/b0d4bf87-09ce-4417-8f28%20d60703d672ed/inclusive_toolkit_manual_final.pdf (acceso 10/01/2021)
- American Academy of Ophthalmology (2021). <https://www.aao.org/salud-ocular/enfermedades/daltonismo> (acceso 10/01/2021)
- Prevent Blindness (2021). <https://www.preventblindness.org/color-blindness> (acceso 10/01/2021)
- García, C. E., & Sánchez, A. S. (2001). Clasificaciones de la OMS sobre discapacidad. *Boletín del RPD*, 50, 15-30.

- Sánchez, J. (2011). En busca del Diseño Centrado en el Usuario (DCU): definiciones, técnicas y una propuesta. *No Solo Usabilidad*,(10).
- Saltiveri, T. G., Vidal, J. L., & Delgado, J. J. C. (2011). *Diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario*. Editorial UOC.
- Hassan Montero, Y., & Martín Fernández, F. J. (2003). Diseño inclusivo: Marco metodológico para el desarrollo de sitios Web accesibles. *No solo usabilidad*, (2).
- Ministerio de Sanidad (2021). Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad (2012). Buenas prácticas de accesibilidad en videojuegos <http://www.ceapat.es/InterPresent2/groups/imserso/documents/binario/accesvideojuegos.pdf> (acceso 15/01/2021)
- Game accessibility guidelines (2021). <http://gameaccessibilityguidelines.com> (acceso 18/01/2021)
- The ablegamers foundation (2021). Includification: a practical guide to game accessibility: https://accessible.games/wpcontent/uploads/2018/11/AbleGamers_Includification.pdf (acceso 18/01/2021)
- IGDA Game Access SIG (2021). Platform level accessibility recommendations: <https://igda-gasig.org/how/platform-level-accessibility-recommendations/> (acceso 01/02/2021)
- Heron, M. (2012). Inaccessible through oversight: the need for inclusive game design. *The Computer Games Journal*, 1(1), 29-38.
- Delgado, J. A., & Martínez, J. M. G. (2014). Visión general de la accesibilidad en los videojuegos actuales. In Actas del VI Congreso Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas (ATICA 2014): Universidad de Alcalá de Henares (España), 29-31 de octubre de 2014 (pp. 89-96).
- Valente, L., de Souza, C. S., & Feijó, B. (2009). Turn off the graphics: designing non-visual interfaces for mobile phone games. *Journal of the Brazilian Computer Society*, 15(1), 45-58.
- Yuan, B., Folmer, E., & Harris, F. C. (2011). Game accessibility: a survey. *Universal Access in the information Society*, 10(1), 81-100.
- Pozuelo Fernández, G. E., & Álvarez Obeso, F. J. (2012). Juegos accesibles para ciegos en plataformas móviles.
- Salvador-Ullauri, L., Jaramillo-Alcázar, A., & Luján-Mora, S. (2017, December). A serious game accessible to people with visual impairments. In *Proceedings of the 2017 9th International Conference on Education Technology and Computers* (pp. 84-88).
- Shrier, J. (2011). How a Blind Gamer plays Zelda by Ear. *Wired Magazine*.
- Yuan, B., & Folmer, E. (2008, October). Blind hero: enabling guitar hero for the visually impaired. In *Proceedings of the 10th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility* (pp. 169-176).
- Archambault, D., Ossmann, R., Gaudy, T., & Miesenberger, K. (2007). Computer games and visually impaired people. *Upgrade*, 8(2), 43-53.
- Xataka (2020). <https://www.xataka.com/videojuegos/como-jugar-a-videojuegos-siendo-daltonico-y-sobrevivir-en-el-intento> (acceso 25/11/2020)
- Kotaku (2020). <https://kotaku.com/what-its-like-to-play-games-when-youre-colorblind-1606030489> (acceso 25/11/2020)
- The Gamer's Experience (2020). <https://www.gamersexperience.com/colorblind-accessibility-in-video-games-is-the-industry-heading-in-the-right-direction/> (acceso 25/11/2020)
- Newell, A. F., & Gregor, P. (2000, November). "User sensitive inclusive design"—in search of a new paradigm. In *Proceedings on the 2000 conference on Universal Usability* (pp. 39-44).
- Hassan Montero, Y., & Martín Fernández, F. J. (2013). Propuesta de adaptación de la metodología de diseño centrado en el usuario para el desarrollo de sitios web accesibles.
- González, J. L., Cabrera, M., & Gutiérrez, F. L. (2007). Diseño de Videojuegos aplicados a la Educación Especial. *Recuperado de http://aipo.es/articulos/1/12410.pdf*. (acceso 10/01/2021)
- López, J. M., Medina, N. M., & de Lope, R. P. (2016). Interacción en videojuegos para personas con problemas en la función visual: cómo mejorar la accesibilidad. In *Actas del XVII Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador-Interacción 2016* (p. 37).
- Molina-López, J., & Medina-Medina, N. (2019, June). Design proto-patterns to improve the interaction in video games of people with color blindness. In *Proceedings of the XX International Conference on Human Computer Interaction* (pp. 1-2).
- Microsoft Inclusive Toolkit Activities (2021). https://download.microsoft.com/download/b/0/d/b0d4bf87-09ce-4417-8f28d60703d672ed/inclusive_toolkit_activities.pdf (acceso 15/01/2021)
- Dimes, T. (2015). *Conceptos Básicos de Scrum: Desarrollo de software Agile y manejo de proyectos Agile*. Babelcube Inc..
- Torrente, J., del Blanco, Á., Moreno-Ger, P., Martínez-Ortiz, I., & Fernández-Manjón, B. (2009, October). Implementing accessibility in educational videogames with. In *Proceedings of the first ACM international workshop on Multimedia technologies for distance learning* (pp. 57-66).
- Bierre, K. J., Grammenos, D., Hinn, M., & Westin, T. (2011). Advances in Game Accessibility from 2005 to 2010. *Universal Access in Human-Computer Interaction. Users Diversity. UAHCI*.
- Van Welie, M., & Van der Veer, G. C. (2003, September). Pattern languages in interaction design: Structure and organization. In *Proceedings of interact* (Vol. 3, pp. 1-5).

cómoTOY: las emociones en juego

cómoToy: emotion at stake

Juan Manuel González Calleros

Facultad de Ciencias de la Computación
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Puebla, Puebla, México
juanmanuel.gonzalez@correo.buap.mx

Josefina Guerrero García

Facultad de Ciencias de la Computación
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Puebla, Puebla, México
josefina.guerrero@correo.buap.mx

Recibido: 30.11.2020 | Aceptado: 03.03.2021

Palabras Clave

Emociones
Videojuegos educativos
Identificación de emociones

Resumen

Las emociones nos influyen y en muchas ocasiones nos gobiernan, ejercen un papel fundamental sobre nuestra conducta y nuestro pensamiento. El conocimiento emocional de una persona representa la base de su inteligencia emocional. En la medida en que sabemos qué tanto nos conocemos a nosotros mismos es que conocemos las emociones de los demás. Pero, una vez que detectamos nuestras emociones, es igualmente importante saber comunicar de manera clara y concisa lo que sentimos, ya que de ello depende la relación con los demás, el vínculo con la sociedad y el entorno. El objetivo de este artículo es presentar un videojuego para niños que apoya en la identificación de emociones, el videojuego fue desarrollado con la participación de un grupo multidisciplinario para cubrir las diferentes aristas que intervienen en este aprendizaje, los resultados obtenidos fueron muy satisfactorios en su primera fase de presentación a los usuarios finales.

Keywords

Emotions
Educational video games
Identification of emotions

Abstract

Emotions influence us and, on many occasions, they govern us, they play a fundamental role in our behavior and our thinking. The emotional knowledge of a person represents the basis of its emotional intelligence. To the extent that we know how well we know ourselves, we know the emotions of others. But, once we detect our emotions, it is equally important to know how to communicate clearly and concisely what we feel, since the relationship with others, the bond with society and the environment depends on it. The objective of this article is to present a video game for children that supports the identification of emotions, the video game was developed with the participation of a multidisciplinary group to cover the different edges that intervene in this learning, the results obtained were very satisfactory in its first presentation phase to end users.

1. Introducción

Las emociones están constantemente presentes en nuestra vida, en toda experiencia y recuerdo siempre se aloja alguna emoción. El proceso de aprendizaje de un estudiante no es la excepción, ya que éstas despiertan en las personas la curiosidad, el interés y, por tanto, el foco de la atención. Los aprendizajes generados en la vida cotidiana o dentro de un aula que se encuentran asociados a emociones -ya sean positivas (como la alegría o el interés) o negativas (como el miedo o la tristeza)- son los que permanecerán en nuestra memoria.

El control de las emociones es una de las funciones ejecutivas o procesos de alto nivel que permiten a las personas desarrollar su pensamiento y su conducta. La importancia del control y la regulación de las emociones surgen, también, de la necesidad que tiene el ser humano de no dejarse llevar por los impulsos emocionales, ya que lo contrario puede tener consecuencias muy negativas tanto a nivel personal como social. Tener problemas para manejar las emociones puede manifestarse de diferentes maneras. Algunos niños o niñas son incapaces de controlarse cuando están enojados o estresados por algo. Otros podrían tener

dificultad para animarse a hacer algo cuando se sienten aburridos. Ayudar a los niños y niñas a identificar y dominar sus emociones y sus relaciones les hace mejores estudiantes, evitando un futuro de adolescente en el que no se acumulen malas experiencias en la escuela o incluso llegar a tener el fracaso académico, induciéndolos a no querer continuar con los estudios porque estarán deseosos de salirse del sistema educativo para entrar al mundo laboral, en lugar de contar con una preparación tanto formativa como personal. Posteriormente, al no poder controlar sus emociones, también su mundo laboral se verá afectado. Nadie realmente nos ha enseñado a identificar nuestras emociones, a reconocerlas para darnos el permiso de poder sentirnos. Aunque, actualmente, hay una mayor conciencia por parte de los educadores sobre la importancia que tiene este proceso. Por eso hay que comenzar por los niños, para que aprendan a reconocer cada una de las emociones y vayan estableciendo así una relación con ellas que les permita gestionarlas. Para la identificación de emociones, los psicólogos nos proponen diferentes estrategias como el juego o los cuentos, utilizar muñecos de peluche, usar colores para clasificarlas o la narración de experiencias. Así como la música (poner piezas musicales diferentes y pintar libremente las emociones que provocan) o el uso de la mimética. El objetivo de este artículo es presentar un videojuego para apoyar a los niños en la identificación de emociones. El documento se estructura de la siguiente forma: la sección 2 presenta el estudio de las emociones en el aprendizaje, en la sección 3 se presentan algunos videojuegos encontrados en la literatura, la sección 4 expone el diseño y desarrollo de un videojuego para el reconocimiento de emociones, finalmente, la sección 5 presenta las conclusiones de este trabajo.

2. Las emociones y el aprendizaje

En (Cowie et al., 2001) se define a las emociones como “Episodio de cambios sincronizados e interrelacionados en los estados de todos o la mayoría de los cinco subsistemas del organismo en respuesta a la evaluación de un evento de estímulo externo o interno relevante para las principales preocupaciones del organismo”.

Hill (2014) las define como sucesos espontáneos que se desarrollan dentro de nosotros. Ayudan a movilizar al cuerpo para salir de una situación de urgencia. Tienen un inicio, una cúspide y por lo general se atenúan en pocos segundos. Son sumamente propensas a detonar estímulos que conducen a la acción. Son mucho más intensas que los estados de ánimo.

Al examinar las opiniones expuestas por diversos expertos en la materia (Cornelius, 1996), surge un consenso psicofisiológico (mente/cuerpo).

Existen tres cualidades universales que caracterizan las emociones:

1. Un componente de sentimiento: sensaciones físicas, incluyendo cambios químicos en el cerebro.

2. Un componente de pensamiento: apreciaciones “racionales” conscientes o intuitivas.
3. Un componente de acción: reacciones expresivas (sonrisas o fruncir el ceño), al igual que conductas de afrontamiento (pelea o huida).

A veces existe, opcionalmente, un componente sensorial: vista, sonido, etcétera, que se inmiscuye y sirve como detonador de la respuesta emocional.

Plutchik (1980) desarrolló una teoría evolucionista sobre las emociones, dividió las emociones en 8 categorías básicas o primarias con claras funciones específicas para la supervivencia. Para explicar gráficamente su propuesta, Plutchik dibujó una rueda de las emociones, la cual consistía en ocho emociones básicas (alegría, confianza, miedo, sorpresa, tristeza, aversión, ira y anticipación) que combinadas dan lugar a ocho emociones avanzadas (amor, sumisión, susto, decepción, remordimiento, desprecio, alegría y optimismo), cada una de ellas compuesta por dos emociones básicas. Las emociones se van combinando en diáadas primarias que formarán las emociones avanzadas, por diádas secundarias y terciarias que dan lugar a emociones todavía menos frecuentes.

El reconocimiento de emociones propias y ajenas es una habilidad clave en el desarrollo de competencias psicológicas y sociales; el reconocimiento de emociones es un factor común de la inteligencia emocional y la salud psicológica. El término Inteligencia Emocional (IE) se reconoce por la comunidad científica en 1990, en una publicación titulada Emotional Intelligence por parte de Peter Salovey y John Mayer, a quienes se les atribuyen los primeros estudios empíricos relevantes (Salovey & Mayer, 1990). En 1995 el autor Daniel Goleman favorece la difusión de este; dándole accesibilidad a través de la publicación del libro “Inteligencia Emocional” (1995).

Gallego et al. (1999) destacan una amplia serie de habilidades que se encuentran en la teoría de la inteligencia emocional y las presentan agrupadas en tres ámbitos:

- 1) Habilidades emocionales: reconocer los propios sentimientos, controlar los sentimientos y evaluar su intensidad, ser consciente de si una decisión está determinada por los pensamientos o por los sentimientos, controlar las emociones.
- 2) Habilidades cognitivas: comprender los sentimientos de los demás, respetar las diferencias individuales, saber leer e interpretar los indicadores sociales, asumir toda la responsabilidad de las propias decisiones y acciones, considerar las consecuencias de las distintas alternativas posibles, dividir en fases el proceso de toma de decisiones y de resolución de problemas, reconocer las propias debilidades y fortalezas, mantener una actitud positiva ante la vida con un fuerte componente afectivo, desarrollar esperanzas realistas de uno mismo, adiestrarse en la cooperación,

la resolución de conflictos y la negociación de compromisos, saber distinguir entre las situaciones en que alguien es realmente hostil y aquéllas en las que la hostilidad proviene de uno mismo, ante una situación de conflicto, pararse a describir la situación y cómo se hace sentir, determinar las opciones de que se dispone para resolver el problema y cuáles serían sus posibles consecuencias, tomar una decisión y llevarla a cabo.

- 3) Habilidades conductuales: resistir las influencias negativas, escuchar a los demás, participar en grupos positivos de compañeros, responder eficazmente a la crítica, comunicarse con los demás a través de otros canales no verbales, gestos, tono de voz, expresión facial, etc.

Las emociones ayudan a fomentar el aprendizaje, ya que pueden estimular la actividad de las redes neuronales, reforzando las conexiones sinápticas. Cuando las emociones “positivas” como la alegría, son las que se relacionan con un aumento y mejora en la consolidación del aprendizaje. En consecuencia, los conocimientos se adquieren con más facilidad y lo aprendido se mantiene en el tiempo. Por el contrario, cuando el aprendizaje se acompaña de emociones “negativas” como rabia o miedo, el efecto es contrario. En este caso, el proceso se retrasa y se vuelve más complicado aprender. Por lo tanto, el conocer cómo se manejan y qué beneficios tienen en los procesos de educación es fundamental para la educación. La relación entre inteligencia emocional y el rendimiento académico actualmente es uno de los asuntos con más interés dentro de las investigaciones educativas, dado que se ha venido demostrando que el manejo inadecuado de las emociones tiende a producir efectos negativos en el desarrollo de los niños.

3. Algunos videojuegos y las emociones

En los últimos años se han incorporado a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en nuevas estrategias que faciliten el aprendizaje y despierten el interés de los estudiantes, un elemento a destacar son los videojuegos.

Aunque estos tradicionalmente se han usado como un elemento de entretenimiento, recientemente se han comenzado a incorporar en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Si bien las investigaciones no son definitivas, la mayoría de ellas indican que muchos videojuegos favorecen el desarrollo de determinadas habilidades de atención, concentración, ubicación espacial, resolución de problemas, creatividad, etc., por lo que se concluye que los videojuegos suponen algún tipo de ayuda en el desarrollo intelectual. González y Blanco (2008) presentan el diseño de un prototipo de videojuego 3D integrado en un aula virtual con alumnos universitarios para estudiar cómo las emociones despertadas por los videojuegos pueden influir en la motivación hacia el aprendizaje.

Especificamente, para la detección de emociones se encontraron las siguientes opciones:

- Termotic: Con esta aplicación el alumno podrá indicar cómo se siente cada día y con qué intensidad. Además, dispone de un juego en el que los pequeños de hasta 8 años podrán identificar una emoción con una situación o viceversa (<http://www.frikids.com/termotic-una-aplicacion-enseña-a-identificar-las-emociones-basicas>).
- Emocionatest: es una aplicación para móviles y tabletas desarrollada por la Universidad Jaume I que permite evaluar y potenciar la competencia emocional de niños y niñas entre los 3 y los 12 años, especialmente en menores con Trastornos del Espectro Autista (TEA) pero también aplicable a la población infantil en general (<https://www.nobbot.com/pantallas/emocionatest-autismo>)
- Cuentos para aprender a reconocer las emociones, esta aplicación incluye una serie de cuentos para niños en los que los personajes se enfrentan a situaciones en las que deben reconocer sus emociones y aplicarlas. De manera didáctica y entretenida, estos cuentos pueden tratarse en el aula o en el hogar (<https://itunes.apple.com/es/app/colección-emociones/id500047073?mt=8&ign-mpt=u0%3D4>).
- Avokiddo Emotions, es una App educativa y de diversión que permite a los niños pequeños a explorar libremente una amplia gama de emociones y expresiones faciales mientras interactúa con tres animales altamente sensibles (<https://itunes.apple.com/es/app/id661758013?mt=8>).
- ¿Qué tal estás? busca ayudar a los niños de entre 3 y 6 años a identificar las emociones y así desarrollar empatía. La consigna es sencilla: a partir de una cara “vacía”, el niño debe hacer la combinación correcta de ojos y boca que indique una emoción determinada (<https://www.cromo.com.uy/una-app-reconocer-emociones-n541680>).
- Aislados es una plataforma diseñada para apoyar el desarrollo de competencias socioemocionales en los estudiantes de entre 10 y 15 años de edad. Las habilidades que se abordan están divididas en siete bloques y cada uno contiene cuatro sesiones para trabajar en el aula: assertividad, relaciones interpersonales, toma de decisiones, autoestima, inteligencia emocional, adicciones y resolución de conflictos. (wwwaislados.es).
- Boogies academy es un videojuego para niños que analiza y potencia habilidades cognitivas. Permite trabajar las inteligencias múltiples y aspectos como la memoria, atención, coordinación, orientación y percepción.

- (<https://cuicuistudios.com/proyectos/boogies-academy/>).
- GOMINS, juego-app dirigido a niños de 4 a 11 años. Se trata de un viaje espacial en el que, mientras los niños se divierten, se evalúan aspectos relacionados con la inteligencia emocional y social (<http://www.gomins.es>).
- Encontramos que estas propuestas son poco homogéneas, según su utilidad o alcance identificamos las siguientes limitantes:
- Rango de Edad amplio: por un lado, algunos juegos llegan a los 8 años, otros a los 11, 13 y 15, mientras que otras más no lo refieren. Es importante mencionar que la pruebas que se plantean, en todos los casos requiere de niños con competencia de lecto-escritura básicos que les permita seguir instrucciones. Y la flexibilidad de rango de edades va de la mano del tipo de actividades en base de la madurez cognitiva espera en el niño. Lo que podemos resaltar del tema es que la amplitud de las edades deja evidente que identificar emociones y aprender a lidiar con ellas es algo que no tiene una edad definida.
 - Variedad de estrategias de identificación de emociones. Por un lado, la lectura de cuentos se identifica como una de las técnicas más efectivas. Esto no es de extrañarse ya que es una actividad común en la terapia con un psicólogo que busca a través de una historia hacer consciente al niño sobre sus emociones. También, podemos identificar otra técnica que es los escenarios con cierta narrativa y que se identifique la emoción que genera este escenario. Incluso han sido usadas como herramientas para llevar un diario de emociones, esto ayuda en investigaciones formales como en el caso de (Sandoval et al. 2019).
 - Multiplicidad de plataformas. Algunas soluciones son web, otras móviles para Android o IOs, incluso algunas han caducado de las tiendas online. Muy probable sea una baja temporal al momento de redactar este trabajo. Si bien es una ventaja disponer de soluciones en múltiples plataformas, no todas las propuestas son multiplataformas.

Dentro del ámbito de videojuegos educativos (EVG) se debe analizar si tienen éxito y siempre mantienen al jugador motivado, Ibrahim et al. P (2012) nos indican que el éxito de un EVG será más alcanzable si se mide la calidad del juego, para ello, proponen un conjunto de pautas que se basan en la Jugabilidad Educativa (Jugabilidad en EVG), destacando: el objetivo del juego, equilibrio, control del juego, adaptabilidad, comentarios, recompensa del juego, conocimiento del jugador, realismo, ética, estructuración, interactividad y desafío del juego. Lo que podemos apreciar es que pocos videojuegos consideran todos estos elementos.

4. cómoToy

Para el desarrollo de un videojuego se puede seguir alguna metodología de desarrollo de software; Prieto de Lope et al. (2015) hacen un análisis de diferentes metodologías para el desarrollo de videojuegos que generalmente consta de tres fases: preproducción, producción y postproducción. Al mismo tiempo, proponen una metodología con una estrategia bottom-up (de abajo hacia arriba) y cada detalle se define en un juego de pantalla interactivo con la participación de aspectos transversales como personajes, escenarios, diálogos, desafíos, emociones, reglas de adaptación, posibilidades de colaboración, puntuación de juego y evaluación de objetivos educativos. Este videojuego nació durante una conferencia de un psicólogo donde indicaba la importancia de saber identificar las emociones desde una edad temprana para después aprender a manejarlas, entonces se procedió a:

4.1 Fase de preproducción

En esta fase se define el juego (Tabla 1), la concepción general con sus aspectos más relevantes y los términos en los que se llevará a cabo su materialización.

Tabla 10 Elementos del videojuego

Género	Videojuegos educativos (EVG)
Jugadores	Individual
Historia	Juan Carlos y Lili son 2 niños que deben conocer las emociones en las personas, después se les presentan situaciones que deben resolver y, finalmente, deben contar una historia con alguna de las emociones existentes.
Look & Feel	Se diseñan los personajes en ambos sexos, con rasgos latinos, se han seleccionado dos colores para cada emoción. Cabe mencionar que en algunas emociones era necesario realizar variaciones de los colores para evitar repeticiones entre ellos mismos. Se usa la técnica de diseño 2D. No existen ambientes adicionales para enfocar al niño en la emoción descrita y no influenciar con figuras de fondo.
Interfaz de usuario	Se usan botones de navegación, una ruleta de emociones, iconos como bocina, texto para describir escenarios.
Objetivos	El objetivo es tener un videojuego que permita a los niños conocer las diferentes emociones, y aprendan a identificarlas en diferentes contextos.
Reglas	Será necesario que el padre o tutor registre los datos del niño: nombre, apellidos, nombre de usuario, contraseña, sexo, fecha de nacimiento y edad. El sistema tiene una actividad donde el niño reconoce las expresiones faciales correspondientes a diferentes emociones; permite la reflexión ante situaciones que involucren emociones, por tanto, no califica de correcta o incorrecta una respuesta, más bien, este enseñará al niño a identificar situaciones donde debe mostrar empatía.

4.2 Fase de producción

Como primer paso se realizó el diseño de los personajes para tener las diferentes expresiones acordes a las emociones (Tabla 2), las expresiones en los rostros son lo más reales y cercanas a las expresiones faciales de niños latinos. En nuestro contexto el género normalmente se representa para la vestimenta femenina en rosa y el masculino azul. A continuación, se muestran los principales recursos gráficos involucrados en todas las actividades del sistema:

Tabla 11 Expresiones faciales de las emociones

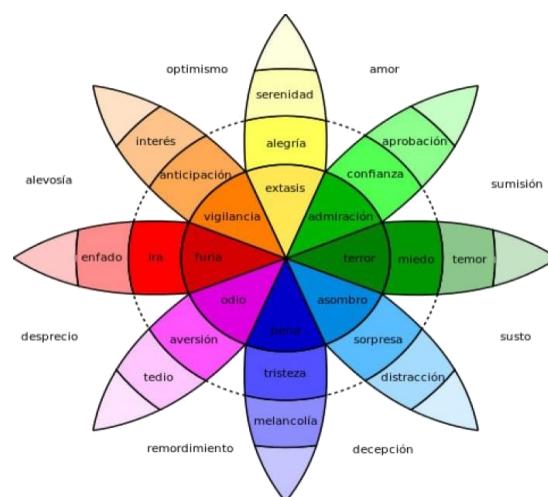
Nombre de la emoción	Imagen versión femenina	Imagen versión masculina
Entusiasmo		
Felicidad		
Sorpresa		
Aburrimiento		
Tristeza		
Preocupación		
Timidez		
Desagrado		
Enojo		
Irritación		
Culpa		

Llanto



Para crear una mejor experiencia de usuario y una interfaz gráfica llamativa se han seleccionado dos colores para cada emoción. La selección de colores está inspirada en la ruleta de emociones de Plutchik 1980 y se muestra en la Tabla 3.

Tabla 12 Colores seleccionados para las emociones basado en la Ruleta de las emociones (Plutchik 1980)



Nombre de la emoción	Color de fondo	Color para resaltar
Entusiasmo	#DAF7A6	#82E0AA
Felicidad	#FDFFD0	#F7DC6F
Sorpresa	#D6EAF8	#85C1E9
Aburrimiento	#F6DDCC	#F5B7B1
Tristeza	#D4E6F1	#AEB6BF
Preocupación	#F2D7D5	#D98880
Timidez	#FCDCEA	#F8B2D2
Desagrado	#D4EFDF	#7D7C4
Enojo	#F6DDCC	#F1948A
Irritación	#D0ECE7	#7DCEAO
Culpa	#EBDEF0	#D2B4DE
Llanto	#D5D8DC	#A9CCE3

A continuación, presentamos algunos de los relatos que se emplean en la actividad 2 del videojuego:

- 1) **Situación:** Juan Carlos/Lili se encontraba a la salida de la escuela, cuando de pronto, vio al señor que vende dulces pasando la calle. Sin pensar, él (ella) le pidió a su mamá que le comprara una paleta de hielo. Su mamá le dijo a Juan Carlos/Lili que no podía comprarle la paleta, pues estaba enfermo(a) y le haría daño. ¿Cómo crees que se sintió Juan Carlos/Lili?

Respuesta y explicación 1: Tristeza: Debido a que estaba enfermo(a), no podría comer nada frío. Por eso, Juan Carlos/Lili se pudo haber sentido triste.

Respuesta y explicación 2: Enojo: Juan Carlos/Lili a lo mejor se sintió enojado(a) porque su mamá tenía la razón. Pero Juan Carlos/Lili, debe comprender que su mamá lo(a) estaba cuidando.

Respuesta y explicación 3: Felicidad: ¿Por qué crees que se sintió feliz Juan Carlos/Lili?

- 2) **Situación:** De cumpleaños, Juan Carlos/Lili ha recibido una bicicleta nueva. En un rato, él(ella) y su papá irán al parque a jugar. ¿Cómo se siente Juan Carlos/Lili al ir al parque?

Respuesta y explicación 1: Entusiasmo: A Juan Carlos/Lili le gusta divertirse yendo al parque con su familia. Especialmente, a Juan Carlos/Lili le gusta jugar con su papá.

Respuesta y explicación 2: Felicidad: Ir al parque a jugar con su papá es algo que pone muy feliz a Juan Carlos/Lili. Él (Ella) disfruta pasar el tiempo con su papá.

Respuesta y explicación 3: Llanto: Si a Juan Carlos/Lili le gusta andar en bicicleta, ¿por qué estaría llorando?

- 3) **Situación:** Juan Carlos/Lili estaba en el salón resolviendo algunos ejercicios, pues su maestra les había dejado eso a toda la clase. De pronto, la maestra les preguntó: ¿a alguien le gustaría pasar al pizarrón? A pesar de que Juan Carlos/Lili tenía muchas ganas de pasar, al final no levantó la mano. Así que decidió quedarse en su lugar. ¿Por qué crees que Juan Carlos/Lili ya no pasó al pizarrón?

Respuesta y explicación 1: Timidez: Lili/Juan Carlos es tímido(a). A Juan Carlos/Lili no le gusta estar en frente de sus compañeros.

Respuesta y explicación 2: Preocupación: Quizás Juan Carlos/Lili no quiso pasar al frente porque no estaba seguro(a) de sus respuestas. A Juan Carlos/Lili le preocupaba escribir mal y ser regañada.

Respuesta y explicación 3: Aburrimiento: Al no pasar al pizarrón, ¿por qué crees que Juan Carlos/Lili se aburrió?

- 4) **Situación:** A Juan Carlos/Lili le gusta dibujar, así que siempre lleva en su mochila algunas crayolas. Hoy al salir de casa, ha olvidado sus crayolas. ¿Cómo crees que se siente Juan Carlos/Lili?

Respuesta y explicación 1: Aburrimiento: Juan Carlos/Lili se siente aburrido(a) porque no sabe con qué divertirse.

Respuesta y explicación 2: Tristeza: Juan Carlos/Lili se siente triste porque él (ella) tenía un dibujo en mente. Ahora Juan Carlos/Lili tiene que esperar hasta llegar a casa.

Respuesta y explicación 3: Timidez: Al olvidar sus crayolas, ¿por qué se sentiría tímido(a) Juan Carlos/Lili?

También se realizaron prototipos de interfaz de usuario para poder exponer y probar tanto la funcionalidad como la usabilidad del sistema; antes de empezar el diseño real y el desarrollo. Para el diseño de las interfaces de usuario se consideró el diseño centrado en el usuario y los principios de Interacción Humano Computadora (IHC) como el diseño visual, la usabilidad, el tipo de interacción, la retroalimentación y consistencia (Muñoz et al., 2016).

El Diseño Centrado en el Humano (DCH) tiene por objetivo diseñar productos interactivos que sean fáciles de usar, efectivos en su uso y con una experiencia de uso que se disfrute, así como optimizar las interacciones de un usuario con un sistema y su ambiente o producto. Las funciones del sistema se describen con casos de uso, ver Figura 1. Las funciones de las que se dispone son: registro de tutores, agregar usuarios, seleccionar a los mismos, las actividades que son la base de la aplicación pueden ser creadas, asignadas, realizadas y modificadas o eliminadas. Los reportes de igual forma son importantes en la aplicación y en consecuencia se almacenan los datos de uso.

El algoritmo de la aplicación es muy simple, tienes que recorrer n (3) niveles y cada progreso en cada nivel es almacenado. En cuanto un jugador logra cierto puntaje puede avanzar al siguiente nivel. La flexibilidad es que tenemos una arquitectura que puede permitir crear más niveles y mantener la lógica actual. La persistencia de los datos se hace con una base de datos local en el dispositivo móvil. El primer nivel cuenta con 12 ejercicios, cada uno usa 1 imagen, 3 etiquetas que corresponden a 1 respuesta posible que es correcta y 2 respuestas incorrectas. El segundo nivel es de 15 situaciones reales, con la posibilidad de leer o escuchar la redacción, con 3 emociones de las cuales 2 son respuestas posibles y 1 es una respuesta alejada al contexto del problema planteado. Finalmente, el tercer nivel, ayuda a identificar 12 emociones, en este caso se le pide al usuario grabar un relato que lo ayude a entender en cuáles situaciones esa emoción florece (Figura 2).

Dentro de las pruebas de software, las pruebas de unidad ocupan el primer nivel, son las primeras que deben realizarse, en donde se prueban unidades (componentes) individuales de un software. Considerando las acciones que se llevan a cabo en las actividades, se han realizado pruebas unitarias de los principales módulos: Actividades y Emociones. Para las pruebas de unidad en Actividades, se consideró Actividades Master, el cual es el objeto base utilizado para todos los ejercicios del sistema. Android Studio nos proporciona la facilidad de ocupar Frameworks para que la realización de estas pruebas sea eficiente, en este caso se utilizó la solución Firebase Crashlytics para las pruebas del sistema y mockito espresso para las pruebas unitarias y de integración. Despues, se procedió a realizar las

pruebas de integración donde las unidades individuales se combinan y se prueban como un grupo. El propósito de este nivel de prueba es exponer fallas en la interacción entre unidades integradas.

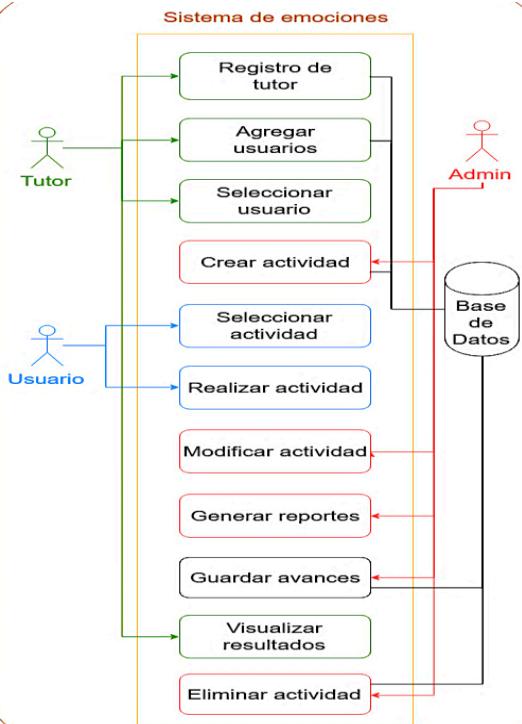


Figura 8 Prototipos de interfaces de usuario



Figura 9 Interfaz final de usuario

Se podría reafirmar que gracias a las pruebas de unidad e integración la aplicación no tuvo problemas al realizar las pruebas de sistema. Finalmente, las pruebas de usuario, la revisión del sistema se hizo por una psicóloga, nos dio algunos puntos de vista y mejoras para futuros trabajos. Además de estas observaciones, para poder revisar las actividades en función de los usuarios meta, ella facilitó un grupo de cuatro niños. Ahora bien, al proporcionar el móvil en los niños la actividad 3 es la que más llamaba la atención. Pero esto no fue un trabajo solo, la actividad 2 fue de gran ayuda para inspirar a los niños a contar sus historias. Importante es recalcar que muchos de ellos no leían las respuestas de la actividad 1 y por eso se equivocaban al contestar pues querían apretar el botón sin saber lo que hacían; así mismo, es importante indicar que, si el niño debe tener comprensión lectora para la actividad 2, si se desea implementar por su parte y no guiarlo.

4.3 Fase de post producción.

En la fase de liberación del videojuego, se presenta ante un grupo de 15 niños en un rango de 7 a 10 años. En la parte de evaluación del usuario, no olvidar que existe la evaluación de la interacción para la facilidad de uso y la experiencia de usuario. Afortunadamente, el videojuego tuvo una aceptación unánime por parte de los niños, les agrado el hecho de tener un juego en un dispositivo móvil que les permitió identificar algunas de sus vivencias, a tal grado que se sintieron ansiosos por seguir jugando y tener más historias que contar. La psicóloga nos indicó que las historias de la actividad 2 deben ser supervisadas por un especialista, así mismo, la actividad 3 se recomienda que se realice en presencia de un adulto para apoyar a los niños, y en algún momento, identificar si ellos han enfrentado una situación difícil o incluso de bullying. Esta fase debe incluir la mercadotecnia y distribución del videojuego, cabe indicar que será puesto a disposición de los futuros usuarios en Milab Interactivo en la play store, un sitio web donde el grupo de trabajo a integrado a lo largo de varios años videojuegos para apoyar en el aprendizaje de niños.

4.4 Evaluación.

En la fase de evaluación se trabajó con una muestra por conveniencia que fue lo que permitió tener a disposición que fueron 2 niñas con diagnóstico de Asperger y dos niños con diagnóstico de Trastorno de Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH). Respecto a los reportes las niñas refieren que no eran claros mientras que los niños los encontraron claros. Sin duda, tenemos que trabajar en los mismos ya que el 50% de los usuarios refiere que nos son claros. De la evaluación mediante una entrevista no estructurada obtuvimos las siguientes propuestas de mejora que consideramos pueden servir de guía para futuros desarrollos: crear algunas actividades introductorias a los niveles que permitan entender la dinámica de uso de la aplicación, indicar claramente el número de posibles respuestas correctas ya que es

confusa una fase con una respuesta válida y otra con dos. Numerar las emociones para una fácil identificación, enviar los reportes de resultados por correo electrónico a los padres o tutores. También, la calidad de las animaciones y las imágenes pudiera ser mejorada, no es un tema crítico, pero si fue recomendado. Además, otra observación que vale la pena mencionar es que los niños con TDAH tuvieron durante los experimentos mucha desatención por lo que los tiempos de respuesta fueron algo elevados con ellos en relación con los otros usuarios; situaciones esperadas por la naturaleza poco paciente de los niños con TDAH.

5. Discusión

Existen trabajos que proporcionan alternativas automáticas, semi-automáticas o manuales para identificar emociones. La creación y aplicaciones de estas casi siempre se han desarrollado como una herramienta de apoyo al desarrollo de experiencias interactivas basadas en emociones. En primer lugar, las técnicas manuales (González-Meneses et al. 2019, 2020) como las notas de conversación, el auto reporte, etiquetador humano no ayudan a la etapa de reconocimiento de patrones, ver Figura 3, pero quedan fuera del alcance de este trabajo, ya que son un insumo para las técnicas automáticas.

Las alternativas automáticas casi siempre se basan en inteligencia artificial y hoy en día analizan emociones en propósito específico. Los pasos que seguir no han evolucionado al paso del tiempo así que, de acuerdo con (Picard, 1995) ver la Figura 3, todo inicia con la recolección de señales. En este sentido lo que ha evolucionado es la variedad de dispositivos y técnicas de recolección de señales en los últimos años ya que se requiere de mucha precisión en la recolección de señales para garantizar la fiabilidad en la clasificación.

De forma más específica, en la revisión de la literatura realizada por (Robinson et al. 2020) se analiza los mecanismos que se usan para los videojuegos, entre otras cosas se habla del enganche con el juego, se deben proporcionar mecanismos que por un lado permitan medir la experiencia, jugabilidad, emociones, diversión, entre otros, que comprueben que los usuarios realmente se sentían enganchados con el juego. Sobre este apartado nuestra propuesta puede ayudar a encontrar una de las muchas respuestas que se buscan en la dimensión de emociones. De la mano de lo anterior, es que debe o puede ser definido un propósito serio, desde la óptica para lo que han sido creados. Cada familia de problemas es diferente, desde los juegos de entrenamiento hasta los juegos para rehabilitación física, cognitiva, terapia de lenguaje entre otros. En este sentido, es necesario definir bien el contexto de aplicación y recolectar datos para medir el éxito o fracaso de la solución. Incluso, en fases de diseño se puede adoptar la técnica de co-diseño propuesta por (Van Mechelen et al. 2017) para el diseño de los videojuegos que favorece la discusión sobre

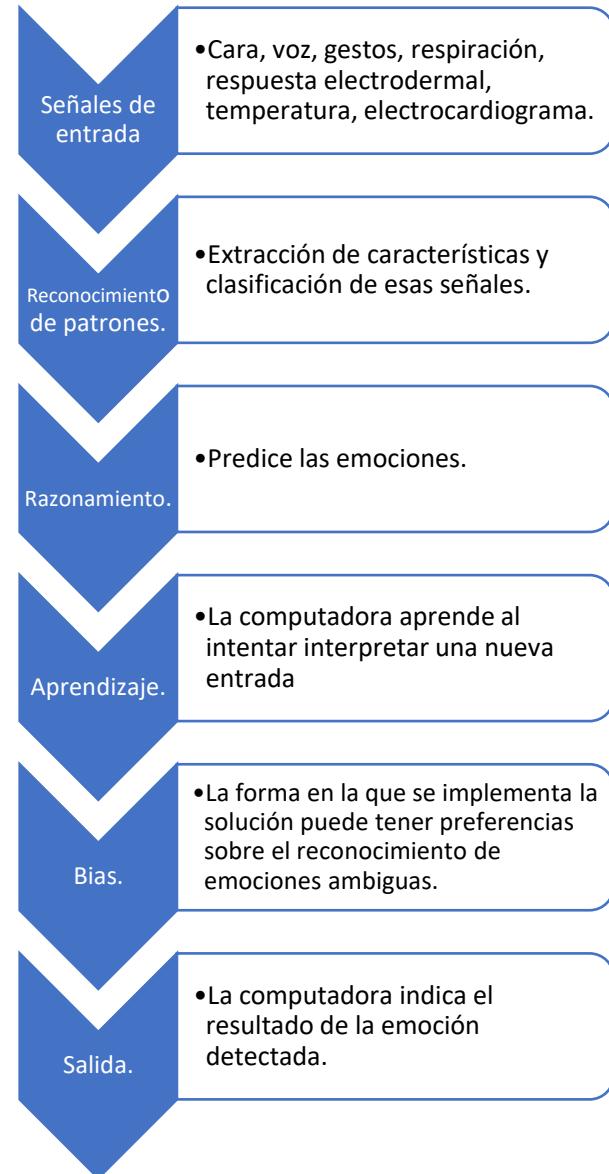


Figura 10 Etapas del proceso de identificación de emociones basado en el trabajo de Picard (1995)

cómo implementar tareas abstractas tomando de inspiración patrones de diseño, guías de estilo, técnicas de interacción modernas y cualquier otra fuente de inspiración que pudiese resultar útil. Ahí es dónde encaja la propuesta que aquí se presenta, en la que se recomienda incluir una fase de discusión sobre cómputo afectivo. Es aquí donde se considera qué otras medidas pueden ser incluidas para hacer más robusta la propuesta de solución, con aspectos más innovadores como la jugabilidad (Sánchez & Vela (2014)).

Dentro de las limitantes de los trabajos normalmente encontrados en la literatura, la mayoría se centran en los aspectos técnicos (Robinson et al. 2020). De igual forma se ha hecho un análisis profundo y detallado de los dispositivos

usados para recolectar señales, que pueden ser usados para el cómputo afectivo y encontramos las siguientes observaciones: Multiplicidad de dispositivos de recolección de datos. Muchos son los aparatos comerciales y de laboratorio que se listan en los trabajos relacionados. En el reporte de (González-Meneses et al. 2019, 2020), se comenta que los dispositivos más populares son: la diadema Emotiv u otros medios para lectura de electroencefalograma, pulsera de ritmo cardiaco, análisis de tecleo, voz y tonalidad. Una mención especial requiere los dispositivos como Nexus 10 que proveen todo tipo de lecturas tanto fisiológicos como cerebrales. El gran problema con este tipo de aparatos es que son de muy elevado costo, requieren de calibración y una instalación nada simple, en consecuencia, para usarlos como mecanismo de identificación de emociones para un sistema interactivo no es viable (Figura 4).

Adicional, el uso de video es muy amplio en este campo de la investigación. En este sentido las imágenes son procesadas para reconocer entre otras cosas: microexpresiones faciales, soluciones incluso disponibles a través de servicios web como los cognitive services de Microsoft. Un trabajo sobre esta línea lo desarrollaron (García-García et al. 2019) con una solución que apoyada de una herramienta en procesamiento de imágenes permitía a los investigadores identificar la emoción y en consecuencia adaptar la interacción apoyados de esto. En nuestra experiencia, la gran limitante que encontramos y que se acentúa en estos tiempos de pandemia es que estas soluciones requieren del uso continuo de una cámara y se ha encontrado que esto tampoco es recomendable por varias razones: violación a la privacidad del alumno, poco ancho de banda en sus conexiones de internet que imposibilita tener la cámara activada o simplemente por el hecho de que la gran mayoría de los alumnos prefiere mantenerla apagada. Incluso, nosotros tratamos de incursionar en algo menos invasivo en aspectos de privacidad usando imágenes térmicas y la cámara FLIR ONE PRO.

Las imágenes térmicas han mostrado que pueden revelar estados emocionales, sin embargo, pese a su precisión, para identificar emociones centradas en el aprendizaje mostraron ser poco efectivas, además que nuevamente el costo del equipo y el ambiente de trabajo necesario para usar la cámara que requiere de cierta temperatura e iluminación hace de este equipo algo muy efectivo para un laboratorio, pero no para fines prácticos. Dentro de las técnicas semiautomáticas podemos encontrar el uso de instrumentos como el propuesto por (Méndez et al. 2016) la rueda de emociones de Ginebra+ permite evaluar las emociones que genera un sistema interactivo en general y en consecuencia pudiera ser utilizado de forma específica para los videojuegos. Puede ser considerado de la categoría de interacción con el sistema, al igual que nuestra propuesta.

La interacción y el uso, nos lleva a de manera autónoma identificar nuestras emociones en un ejercicio de auto reporte. Otra dirección futura de esta investigación es integrar esta herramienta de emociones en experimentos de evaluación de

experiencia de usuario, usabilidad u otros, como un complemento de que pueda hacer más robustos a los experimentos.

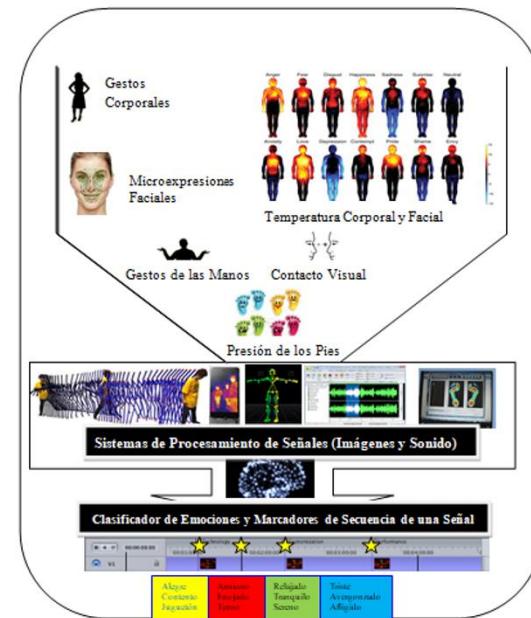


Figura 11 Diferentes Formas de recolectar señales (imágenes o sonidos) para poder clasificar emociones.

6. Conclusiones

Las emociones son reacciones ante lo que sucede en nuestra vida, las cuales activan nuestro organismo y nos predisponen a la acción, motivándonos y favoreciendo que actuemos de determinada manera y nos permiten a su vez vincularnos a los demás. Se ha desarrollado un videojuego para niños en apoyo a la identificación de emociones. A menudo solemos dividirlas en positivas o negativas en función del tipo de sensaciones que nos generan (como por ejemplo alegría, tristeza o sorpresa). El reconocimiento de las ellas es una habilidad básica que se va desarrollando desde la infancia, pero que requiere de un proceso de aprendizaje en el que la dotación de apoyos externos podría ser útil. Por ello, este artículo presenta un videojuego para niños donde a través de diferentes actividades aprendan a reconocer las emociones básicas que existen e identifiquen cómo ellos sienten las emociones y puedan controlarlas en un futuro para así desarrollar inteligencia emocional. El videojuego fue desarrollado por un grupo de especialistas en diferentes áreas para lograr una propuesta integral que considere varias aristas como: diseño de personajes que reflejen las características físicas de los latinos, la jugabilidad, los escenarios, las diferentes emociones. En relación con los resultados obtenidos, el videojuego tuvo aceptación favorable por parte de una especialista y 15 niños. Este trabajo tiene como oportunidad de crecimiento el incluir otros tipos de emociones y contextos como el fallecimiento o nacimiento de un familiar o una mascota, incrementar el diálogo para identificar posible bullying, entre otros.

Referencias

- Cowie, R., Douglas - Cowie, E., Tsapatsoulis, N., Votis, G., Kollias, S., Fellenz, W., & Taylor, J. G. (2001). Emotion recognition in human computer interaction. *IEEE Signal Processing Magazine*, 18(1) (January), 32–80. <https://doi.org/10.1109/79.911197>.
- Gallego, D.J., Alonso, C.M., Cruz, A., Lizama, J.L. (1999). Implicaciones educativas de la inteligencia emocional. Madrid: UNED
- Goleman, D. D. (1995). Emotional intelligence: Why it can matter more than IQ for character, health and lifelong achievement. Bantam Books. New York: Bantam Books. [https://doi.org/10.1016/S0962-1849\(05\)80058-7](https://doi.org/10.1016/S0962-1849(05)80058-7)
- González, C. S., y Blanco, F. (2008). Emociones con videojuegos Incrementando la Motivación para el Aprendizaje. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 9(3),69-92. [fecha de Consulta 26 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2010/201017343005>
- Hill, D. (2014). Emotionics. (G. E. Patria, Ed.) (1st ed.). México.
- Ibrahim, A., Vela, F. L. G., Rodriguez, P. P., Sanchez, J. L. G., & Zea, N. P. (2012). Playability Guidelines for Educational Video Games: A Comprehensive and Integrated Literature Review. *International Journal of Game-Based Learning*, 2(4).
- Méndez, Y., Collazos, C., Granollers, T., & Gil, R. (2016). Rueda de emociones de Ginebra+: instrumento para la valoración emocional de los usuarios mientras participan en una evaluación de sistemas interactivos. *DYNA*, 91(2), 151-155.
- Garcia-Garcia, J. M., Cabañero, M. D. M., Penichet, V. M., & Lozano, M. D. (2019, June). EmoTEA: teaching children with autism spectrum disorder to identify and express emotions. In *Proceedings of the XX International Conference on Human Computer Interaction* (pp. 1-8).
- González-Meneses, Y. N., Guerrero-García, J., Reyes-García, C. A., Olmos-Pineda, I., & González-Calleros, J. M. (2019). Formal Protocol for the Creation of a Database of Physiological and Behavioral Signals for the Automatic Recognition of Emotions. In *Iberoamerican Workshop on Human-Computer Interaction* (pp. 211-226). Springer.
- Muñoz, J., González, J. M., Sánchez, J. A. (2016). La Interacción Humano-Computadora en México. México: Pearson.
- Picard, R. W. (1995). *Affective Computing*. MIT Press, (321), 1–16. <https://doi.org/10.1007/BF01238028>
- Plutchik, R. (1980). Emotion: Theory, research, and experience: Vol. 1. *Theories of emotion 1*, New York: Academic
- Prieto de Lope, R., Medina-Medina, N., Paderewski, P. & Gutierrez Vela, F. L. (2015). Design methodology for educational games based on interactive screenplays. CoSECivi, pp. 90-101.
- Robinson, R., Wiley, K., Rezaeivahdati, A., Klarkowski, M., & Mandryk, R. L. (2020). " Let's Get Physiological, Physiological!" A Systematic Review of Affective Gaming. In *Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play* (pp. 132-147).Cornelius, R. R. (1996). *The science of Emotion*. (P. Hall, Ed.) (1996th ed.). Nueva Jersey EUA.
- Salovey, P. & Mayer, J. D. (1990). Emotional Intelligence. *Imagination, Cognition and Personality*, 9(3), 185–211. <https://doi.org/10.2190/DUGG-P24E-52WK-6CDG>
- Sánchez, J. L. G., & Vela, F. L. G. (2014). Assessing the player interaction experiences based on playability. *Entertainment Computing*, 5(4), 259-267.
- Sandoval, J. B., Castañeda, D. C., Mego, N. D., & Rosas, M. P. (2019). Autolesión: cicatrizando almas. *Educación*, 25(2), 175-192.
- Van Mechelen, M., Derboven, J., Laenen, A., Willems, B., Geerts, D., & Abeele, V. V. (2017). The GLID method: Moving from design features to underlying values in co-design. *International Journal of Human-Computer Studies*, 97, 116-128.

Videojuegos en educación especial: niños con TDAH

Video games in special education: children with ADHD

Josefina Guerrero García

Facultad de Ciencias de la Computación
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Puebla, Puebla, México
josefina.guerrero@correo.buap.mx

Juan Manuel González Calleros

Facultad de Ciencias de la Computación
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Puebla, Puebla, México
juanmanuel.gonzalez@correo.buap.mx

Recibido: 30.11.2020 | Aceptado: 03.03.2021

Palabras Clave

TDAH
Videojuegos educativos
Educación especial

Resumen

El Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) implica un patrón de déficit de atención, hiperactividad e impulsividad. Existen muchos trabajos donde se usan los videojuegos como un instrumento tecnológico de apoyo en el aula. No obstante, si bien se documentan los beneficios no queda claro el cómo fueron creados y sobre todo el impacto de estos para el propósito de aprendizaje para el que fueron creados. En este propósito, este artículo se centra en la propuesta metodológica de desarrollo de videojuegos para niños con TDAH. Se realizó una revisión de fuentes bibliográficas y entrevistas a especialistas para comprender que el apoyo basado en videojuegos tiene puntos positivos para el aprendizaje. Para el desarrollo de los videojuegos se emplea la metodología de SCRUM, se presentan 7 videojuegos para apoyar en el aprendizaje de niños de primaria, estos fueron evaluados por los especialistas en educación, padres de familia, especialistas de TDAH y los niños. Los resultados son alentadores y nos permiten sentar una base más formal respecto a los videojuegos serios para niños con TDAH. La metodología de desarrollo SRUM ha sido utilizada de manera específica para videojuegos, sin embargo, en este trabajo se presentan algunos artefactos modificados que contribuyen al diseño de videojuegos con propósitos de aprendizaje de niños con TDAH.

Keywords

ADHD
Educational video games
Special education

Abstract

Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) involves a pattern of attention deficit, hyperactivity, and impulsivity. In the literature, there are several works where video games are used as a technological instrument in the classroom. However, although the benefits are documented, it is not clear how they were created and especially their impact for the learning purpose for which they were created. In this sense, this article focuses on the proposal for the development of video games for children with ADHD. Videogames are a technological instrument that is fully integrated into today's society. A review of the literature and interviews with specialists were carried out to understand that support based on video games has positive points for learning. For the development of video games, the SCRUM methodology is used, 7 video games are presented to support the learning of elementary school children, these were evaluated by education specialists, parents, ADHD specialists and children. The results are encouraging and allow us to lay a more formal foundation regarding serious video games for children with ADHD. The SRUM development methodology has been used specifically for video games, however, in this work some modified artifacts that contribute to the design of video games for learning purposes of children with ADHD are presented.

1. Introducción

Es innegable el beneficio que ha traído consigo el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el

ámbito educativo. En diferentes niveles educativos y diversas áreas se está usando la tecnología para la enseñanza y aprendizaje, incluso hay guías muy especializadas documentando los procesos a seguir para aspirar a tener una

buenas mediaciones tecnológicas en los procesos de enseñanza aprendizaje. No obstante, en algunos países el beneficio no es evidente, muchas pudieran ser las causas, los recursos económicos propios de los ciudadanos o muy particularmente situaciones especiales como la que se vive actualmente debido a la pandemia del coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19). Actualmente, todos nos vemos en la necesidad de recurrir a las TIC para continuar con los procesos de enseñanza aprendizaje y aunque se han hecho muchos esfuerzos y se ha generado una cantidad significativa de guías de continuidad académica simplemente no ha sido suficiente por lo que, como vemos en casi todos los países, el regreso a la modalidad presencial híbrida se hizo necesario. En este nuevo escenario educativo, vemos que el alumno con necesidades educativas especiales no escapa de esta realidad, incluso ha quedado aún más relegado de las clases al no existir un modelo tecnológico inclusivo, vigente y aplicable en la actual continuidad académica en línea. Si bien, hay muchos trabajos que nos hablan de los principios de diseño y accesibilidad universal para permitir personalizar la educación y adaptarla a las necesidades y al ritmo de cada alumno o alumna, nuestra experiencia nos ha enseñado que en la práctica actual muy poco se puede usar fuera de un laboratorio de innovación educativa.

En este trabajo nos centramos en las necesidades educativas de las personas con el Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH), mismas que han sido investigadas desde diversas perspectivas; sostienen que, si bien se ha demostrado que no es una causa de problemas de aprendizaje, si está relacionada con: poca organización en las tareas, problemas para esperar turnos, problemas de socialización, suspensiones y expulsiones de instituciones educativas; trastornos de ansiedad, problemas de conducta y depresión; baja autoestima, rechazo por parte de sus compañeros; también se pueden observar problemas para quedarse quietos y concentrarse en clase. Algunas de las discapacidades cognoscitivas que se presentan son un rendimiento escolar bajo, y presentar alteraciones de aprendizaje, aunque muchos de ellos tienen un nivel intelectual alto (Jovelich et al., 2003; Leung & Lemay, 2003). También, se han introducido los videojuegos como una estrategia en la enseñanza los cuales han demostrado un mayor impacto en el aprendizaje de los niños en edad escolar, a través de estos, es posible mejorar la capacidad cognitiva de los estudiantes y lograr un aprendizaje efectivo. Dentro de las soluciones no formales que se encuentran disponibles en las tiendas de aplicaciones y sitios web, encontramos la siguiente lista de observaciones:

- Ausencia de soluciones que favorezcan el aprendizaje colaborativo de forma explícita. Tomando como referencia que las guías de trabajo estructuradas ayudan a las personas con TDAH a realizar trabajo colaborativo se requiere que las mismas formen parte del diseño de videojuegos serios con propósitos educativos.
- Conjuntos de datos con persistencia. Los videojuegos están ahí, en las tiendas en línea o en las publicaciones, pero ¿cómo podríamos llevar un seguimiento del progreso de las actividades que se realicen en los diferentes videojuegos? Cualquier dato relacionado con un videojuego tendría que ser almacenado explícitamente en un archivo local y en la nube, lo que favorecerá el uso de la información.
- Parametrización flexible. Este requisito se satisface en la medida en que los parámetros de cualquier conjunto de aplicaciones usadas para fines educativos se deberían poder administrar de forma independiente entre sí en función de lo que nos interesa conocer de cada juego y esto en principio es diferente.
- Consistencia metodológica con el ciclo de vida del desarrollo centrado en el usuario. Este requisito es conceptualmente satisfecho en la mayoría de los trabajos, pero en nuestro conocimiento, aún hay muchos vacíos del cómo lograr replicar las propuestas que encontramos en la literatura. Hay una ausencia de una trazabilidad explícita entre los pasos de análisis, diseño e implementación con la validación, que asegure una vinculación entre necesidades y soluciones propuestas. Esto se ve particularmente afectado cuando hay que mantener actualizadas las versiones que se distribuyen en las tiendas en línea, actualizaciones necesarias ante la aparición de nuevas versiones de los sistemas operativos, nuevos equipos con diferente hardware, o incluso cambios en modelos, procesos o políticas educativas. Todo esto genera un problema de disponibilidad de las soluciones.
- Gestión de datos limitada. Todos los datos procedentes de los jugadores, ya sea que están trabajando de forma local o remota, deben disponer de un mecanismo de concentración y disponibilidad. Además, los datos deben tener accesos definidos por los roles de las partes interesadas. Más parámetros y más valores para ellos harían que este requisito fuera más exigente. Las analíticas de las tiendas en línea nos brindan ubicación, navegador, hora, tiempo de uso y mucha otra información relevante pero no disponemos de ninguna otra información sociodemográfica que se hace fundamental para investigación con juegos serios.

El objetivo de este artículo es mostrar el proceso metodológico ágil utilizado para la creación de un grupo de videojuegos diseñados para reforzar el aprendizaje de niños con TDAH desarrollados a lo largo de dos años en conjunto con un grupo de especialistas en psicología, neuropsicología, educación y computación; asimismo, se reportan algunas ventajas del uso de estos en niños en edad escolar. El documento se estructura de la siguiente forma: la sección 2 aborda la problemática del aprendizaje en niños con TDAH; en la sección 3 se presenta la

revisión de la literatura, en la sección 4 se presenta la metodología ágil usada para diseñar los videojuegos, finalmente, la sección 5 reporta los resultados y las conclusiones.

2. El TDAH y el aprendizaje

El Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) y las dificultades de aprendizaje están relacionados entre un 25 y 35% de los casos (Miranda et al., 2010). El TDAH es uno de los trastornos infantiles con mayor prevalencia a nivel mundial. (American Psychiatric Association, 2000); Rief (2012) después de hacer una extensa revisión a la literatura, señala que, a nivel mundial aproximadamente del 3 al 5% de los niños en edad escolar tienen TDAH; en México, 1 de cada 22 niños podría ser diagnosticado con este trastorno (Palacios-Cruz et al., 2011). El TDAH tiene un alto impacto psico social, el cual se ve reflejado en el deterioro del funcionamiento del niño en la vida familiar, escolar y social. En la esfera académica se pueden observar dificultades de aprendizaje, poca organización en las tareas, problemas para esperar turno, baja autoestima, rechazo por parte de sus compañeros. De acuerdo con el Manual diagnóstico y estadístico de los problemas mentales (DSM-V, por sus siglas en inglés), los trastornos que influyen en el rendimiento escolar de los niños con TDAH son (Santos y Sanz, 2013): dificultad en la lectura, dificultad en la expresión escrita y dificultad matemática. Los problemas en el aprendizaje son un tema que preocupa a los especialistas de la enseñanza, considerando que un alto índice de estudiantes, en la actualidad, presenta alguna limitación para poner atención o aprender y los profesores no están capacitados para enfrentarse a esta situación. Es primordial conocer las estrategias de enseñanza que se utilizan actualmente en las aulas a nivel básico, para saber de qué modo podemos desarrollar una propuesta capaz de satisfacer la demanda educativa a través de las TIC que maneja la sociedad de hoy en día. A los niños con TDAH les funcionan actividades que son interesantes, novedosas y motivadoras, es decir, pueden aprender bien dentro del aula regular cuando los profesores emplean estrategias efectivas de instrucción. Rief (2012) resalta que las buenas prácticas de enseñanza son útiles para todos los estudiantes en el aula y estas a su vez son técnicas y estrategias que son necesarias para el éxito académico de los niños con TDAH.

Existen muchos recursos disponibles para el tratamiento y mejora en el aprendizaje de niños con TDAH. Wouters et al. (2013), a través de su investigación, señalan que la inclusión de gamificación y juegos pueden favorecer el aprendizaje, optimizando el nivel de concentración de los niños que los utilizan, mejorando su aprendizaje, y brindándoles motivación igual o superior a la de otros métodos con respecto a la adquisición de conocimientos.

3. Videojuegos en la enseñanza de niños con TDAH

Santurde del Arco (s/f), plantea que la utilización de los medios digitales en los casos de TDAH es beneficiosa porque al ser flexibles, permiten que los profesores puedan adecuar la práctica educativa a los ritmos de trabajo y concentración de los niños/as con características atencionales diferentes.

A finales de 2020, habrá un total de 2.700 millones de jugadores en todo el mundo, un aumento de más de 135 millones del año anterior (Global Games Market Report, 2020). Esto nos indica la importancia de los videojuegos en el mundo actual.

Los juegos son muy importantes durante el paso del estudiante en la primaria, generan estímulo, interés y motivación, ayudan a promover actitudes positivas hacia el aprendizaje.

Los videojuegos tienen grandes ventajas en el ámbito educativo, entre los cuales destaca la mejora en la visión, aumento en la autoestima, se favorece un aprendizaje interactivo, al mismo tiempo que promueve el aprendizaje mediante el desafío, permiten mejorar habilidades sociales, del lenguaje, lectura de reglas y mensajes, y matemática básica, así como la articulación de un pensamiento abstracto (Prieto De Lope et al., 2015). Durante el proceso de enseñanza-aprendizaje el uso de elementos de gamificación como lo son las recompensas, los niveles de dificultad, la creación de avatares, el uso de tiempo, entre otros, resulta de gran importancia, esto debido a que uno de los grandes problemas reportados en la literatura sobre el aprendizaje es la falta de motivación de los estudiantes por lo que su uso puede convertir una actividad en algo divertido logrando así la motivación. La inclusión de este tipo de recursos fomenta, además, el interés de los estudiantes de llevar a cabo una actividad y es algo conocido por ellos; Villareal y Collazos (2016), presentan un análisis del estado del arte en el cual se puede observar la descripción de diferentes aplicaciones o sistemas que se centran en el monitoreo, la capacitación o la terapia para el déficit de atención, demostrando así la viabilidad para la creación de aplicaciones dirigidas a la atención de niños con este trastorno, a su vez, presenta una guía para el diseño de interfaces terapéuticas para el tratamiento del déficit de atención en niños desde una perspectiva emocional. Prins et al. (2011) examinan los beneficios de agregar elementos de juego a la memoria de trabajo computarizada estándar; examinaron si los elementos de juego mejorarían la motivación y el rendimiento de los niños con TDAH. Por su parte, Martínez et al. (2016) hacen uso de juegos serios como parte de la terapia conductual en niños con TDAH. Con esta investigación se observó que había una respuesta más eficaz en los niños que utilizaban juegos serios que en aquellos que seguían terapias tradicionales. Muñoz et al. (2015) presentan un juego cuyo objetivo es mejorar en los niños aspectos como: capacidad de espera, capacidad de planificación, capacidad de seguir instrucciones y capacidad de alcanzar objetivos. El juego se presenta como una herramienta para el entrenamiento de atención sostenida en niños con TDAH.

mediante la neuromodulación de las ondas Beta y Theta a través de un electrodo ubicado en la parte central del lóbulo frontal del cerebro. El procesamiento de una señal electroencefalográfica se produce automáticamente dentro del videojuego, lo que permite generar un informe de la evolución de la relación theta / beta, un marcador biológico. Bul et al. (2015) diseñaron un juego con el cual se promueve el aprendizaje conductual y el empleo de estrategias para el autocontrol en la vida diaria, como la gestión del tiempo, la planificación, la organización y las habilidades sociales que, se sabe, son problemáticas para los niños con TDAH. Tobar-Muñoz et al. (2014) presentan un videojuego soportado con realidad aumentada para el aprendizaje de habilidades lógico-matemáticas, demostrando que el rendimiento en el juego es similar para niños con necesidades especiales y logrando su integración en el proceso de aprendizaje.

Como resultado de la revisión de literatura se corrobora que el uso de los videojuegos para niños con TDAH puede ser benéfico, a través de estos la práctica educativa puede ser más flexible, ajustándose al ritmo de trabajo de los niños. Además de proporcionar estímulos para alcanzar un óptimo rendimiento y para atraer su atención y se logra una mejora en la autoestima, ya que los niños pueden ver su desempeño en el juego y verificar si realizan la actividad correctamente.

Para los juegos, el desarrollo técnico generalmente sigue tres etapas: pre-producción, producción y post-producción; bajo un modelo SCRUM, el proceso de desarrollo del juego implica las pruebas en curso necesarias para el control de calidad; después de cada tarea, ya sea arte conceptual, guiones gráficos, escritura o creación de prototipos, la tarea se prueba y se avanza o se desarrolla más (Keith, 2010). En este trabajo se ha seleccionado SCRUM por las siguientes razones: permite el trabajo colaborativo, el desarrollo centrado en el usuario, favorece el trabajo multidisciplinario, fomenta la innovación y creatividad, además de que el equipo cuenta con alta experiencia en el desarrollo de proyectos apoyados por SCRUM.

4. Desarrollo de una Plataforma educativa para niños con TDAH

Las necesidades educativas especiales requieren de ayuda o recursos que no están habitualmente disponibles en su contexto educativo. Para apoyar en el aprendizaje de niños con TDAH se han desarrollado varios videojuegos que aporten en diferentes áreas del desarrollo. El paradigma educativo seleccionado para la concepción de los juegos es el constructivista con estrategias de enseñanza-aprendizaje, una construcción a partir de las experiencias de los niños diagnosticados con TDAH, las experiencias de los docentes, atendiendo a los detalles y significados. La investigación es de corte cualitativo para el análisis de estudios de casos. Los participantes de los estudios varían en función de la población disponible al momento de la evaluación, en todos los casos se utilizó una muestra por

conveniencia acorde a población disponible, ya que cada videojuego fue creado en momentos diferentes, la única constante es que eran niños diagnosticados con TDAH que cursan los grados nivel básico.

Las técnicas de recolección de información utilizadas fueron diferentes y se usaron en dos momentos. En una fase inicial para la recolección de necesidades en las que se aplicaron entrevistas semiestructuradas, entrevistas abiertas y observaciones de participación directa. En la fase de evaluación nos apoyamos de cuestionarios de usabilidad y otros instrumentos para medir el aprendizaje o la jugabilidad de las propuestas, todos aplicados después del uso de los videojuegos. En las siguientes subsecciones detallamos los pasos de la metodología.

4.1 Primeros pasos: recolección de información centrada en contexto de uso

El desarrollo de videojuegos de calidad requiere de la adopción de una metodología robusta y acorde a cada problema. En Guerrero et al. (2017) una variedad de propuesta de propósito específico para niños con capacidades diferentes es presentada que aborda TDAH, autismo, hipoacusia, entre otros. En particular, retomaremos la propuesta de FlowAgileXML (Figura 1) cuyas etapas para el desarrollo de la propuesta aquí presentada se desglosan de la siguiente manera:

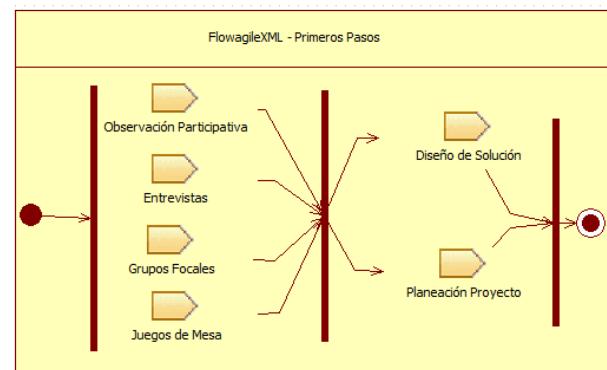


Figura 12 Vista General de las actividades de Recolección de Datos

1) Identificación del problema. Es una realidad que, para muchos países, incluidos México, el sistema educativo no ha sido capaz de satisfacer las necesidades de la población tanto en temas de calidad, accesibilidad, equidad e inclusión. Los problemas en el aprendizaje son un tema que preocupa a los especialistas de la enseñanza, considerando que un alto índice de estudiantes, en la actualidad, presenta alguna limitación para poner atención o aprender y los profesores no están capacitados para enfrentarse a esta situación.

2) Especificación del problema. De la mano de los procesos de identificación del problema ya relatados, se van construyendo artefactos que nos permitan acotar y delimitar de forma concreta lo que podemos hacer para resolver el problema. En el diseño centrado en el usuario nos apoyamos de artefactos como los

mapas de empatía y los tableros de visión del proyecto, delimitando muy bien las necesidades identificadas para aportar en la calidad de la educación que hoy en día reciben los niños con TDAH. En este caso se identifica que el empleo de tecnología en el aula, como herramienta didáctica que facilita el aprendizaje significativo, ha demostrado ser altamente efectiva y se encuentra sustentado en diversas publicaciones científicas, estudios y aulas piloto, que muestran su eficiencia (Gutiérrez et al., 2009). El presente trabajo propone la siguiente especificación del problema ¿de qué manera el empleo de videojuegos contribuye al aprendizaje de niños con TDAH?

3) Investigación de la literatura existente. Haciendo uso de la propuesta de Londoño et al. (2014) para el análisis de la literatura, se consideraron dos fases, una heurística y una hermenéutica. Por una parte, la fase heurística, consiste en la búsqueda, identificación y compilación de las diferentes fuentes de información. Por otra parte, en la fase hermenéutica se lleva a cabo la lectura, el análisis y la clasificación de la información según el grado de interés y la pertinencia de la información recolectada. Se investiga en documentos científicos qué es el TDAH, donde se comienza a notar que generalmente se identifica en edades tempranas, las características que presentan los niños, los diagnósticos, los tratamientos, los problemas de aprendizaje, concentración, hiperactividad, de socialización, entre otros. También se identificó que las estrategias pedagógicas se encuentran dentro de las líneas de investigación más importantes de la última década, en general, engloban todo un conjunto de procedimientos y recursos cognitivos que los estudiantes aplican cuando se enfrentan al aprendizaje y se encuentran muy relacionadas con los componentes epistémicos que influyen en el proceso de aprender.

Durante la revisión a la literatura se pudo observar que en los últimos años se han realizado diferentes trabajos enfocados en diseñar estrategias que favorezcan el aprendizaje de niños con TDAH. Ejemplo de ello son los trabajos de Maldonado Arce (2008) y Moran Lara (2016), en los que los investigadores proveen estrategias para permitir a los docentes desarrollar en los niños procesos de control y regulación cognitiva, logrando así mantener la atención, mejorar la memoria y la comprensión.

4) Estudio de campo. Se acude con especialistas en educación, psicología y neuropsicología, también se tuvo acceso a diferentes escuelas primarias donde se realiza observación directa en terapias, entrevistas a padres de familia y especialistas que atienden a niños con TDAH. Como instrumentos de recolección de datos se utilizaron guías de entrevista para docentes, guía de entrevista para padres de familia, guía de entrevista para actores clave, guía de observación para niños diagnosticados con TDAH.

Es importante recalcar que uno de los criterios de inclusión para esta investigación fue verificar que todos los niños que participan en el estudio hayan sido previamente diagnosticados con TDAH, dicho diagnóstico es de tipo clínico y se realiza en

instituciones públicas del sector salud quienes emplean como instrumento de diagnóstico el DSM-V.

Adicionalmente, adoptamos una variante significativa de hacer entrevistas que encontramos muy útil fue la creación de juegos de mesa, tal como lo recomiendan (Leenheer, et al. 2015). Esta técnica consiste en el diseño de un juego de mesa inspirado o basado en la dinámica de algún juego conocido o la creación de alguno nuevo. La intención es facilitar el diálogo y fomentar el mismo para evitar que personalidades dominantes acaparen la discusión en grupos focales o entrevistas o personas tímidas no aporten como quisieran. La dinámica del juego debe garantizar que todos tengan oportunidad de responder a las preguntas y que de alguna manera puedan también, aportar cosas extra a las preguntas de los demás. El proceso creativo del diseño de juegos de mesa nos llevó a adaptaciones de juegos tradicionales como la oca, Jenga, Life, serpientes y escaleras, UNO. Estos juegos cuya dinámica es simple, realmente funcionaron muy bien para el propósito para el que fueron creados. En cada casilla había colores o figuras correspondientes a una categoría de pregunta respecto al contexto del problema, entorno familiar, escolar, anécdotas educativas positivas o, negativas, cosas que han funcionado como terapia y cosas que no, propuesta de nuevas cosas a intentar, todo muy inspirado a técnicas ágiles de búsqueda de mejora continua o procesos de pensamiento de diseño. Finalmente, se destaca que la dinámica de los juegos de mesa ayudó a generar empatía entre los diferentes actores involucrados en el proyecto, generó confianza en los desarrolladores y además, derivó en productos y servicios adicionales a los videojuegos de mucha ayuda a la terapia y seguimiento y control de pacientes con TDAH, como son el medidor de estrés, resolución de problemas, el medidor de emociones y tablero de comunicación. La dinámica de los juegos de mesa llegó para quedarse y se ocupa en el centro de rehabilitación cognitiva para procesos de terapia y entrevistas ya que encontraron muy útil la dinámica de estos para favorecer la comunicación efectiva con los niños y padres de familia. Un último aporte de la experiencia con esta técnica es poner mucho cuidado con adaptar o crear juegos de mesa con reglas complejas, como experiencia se puede comentar que se perdió el objetivo del juego y la frustración fue la constante en todo, los que intentaban explicar el juego y sentían frustración de que los padres o terapeutas no entendieran o no quisieran seguir jugando por un lado y en el otro extremo los asistentes a la sesión que veían un sin sentido al proyecto y a los que trataban de entrevistarlos.

5) Análisis de datos. Los datos recolectados a través de las entrevistas y la observación directa, indicaron que los psicólogos tienen cierta incertidumbre y desconfianza en los programas informáticos para apoyar a los niños con TDAH sin supervisión, así también indicaron que no todas las actividades se pueden realizar en una Tableta, teléfono móvil o computadora debido a que deben observar ciertas actitudes o movimientos de los niños, un ejemplo es cuando les dan una hoja de papel y un lápiz con la indicación de dibujar un árbol. Ellos analizan desde el

momento en el que el niño toma el lápiz, la forma de sostenerlo, si gira la hoja para acomodarla de forma diferente, entre otras cosas. Se identifica que algunas de las actividades comúnmente utilizadas por personas especializadas que ayudan a disminuir este trastorno son las siguientes: rompecabezas, lectura de cuentos, separar elementos, laberintos y ejercicios de inteligencia espacial que ejercitan la memoria y capacidad de concentración del niño.

Asimismo, expresaron que los niños con TDAH son diferentes y por tanto requieren de terapias y apoyo diferente, dependiendo del grado de inatención, hiperactividad o impulsividad. Los padres de familia reconocieron que los niños usan aplicaciones de software para entretenimiento y juego, muchas veces sin supervisión de un adulto o del psicólogo. Tres de los entrevistados admitieron que les prestan el “celular” para entreteneros sin importar el tiempo de uso o el juego que realizan. Por lo que todos mostraron interés en tener una aplicación que apoye en el tratamiento de sus hijos y que les proporcione información de utilidad de los logros de ellos.

4.2 Análisis y diseño de videojuegos serios centrados en el TDAH

Considerando los puntos anteriores, se diseñan los videojuegos haciendo uso de la metodología SCRUM que permite una constante comunicación con los participantes (niños, psicólogos, padres de familia, equipo de desarrollo, docentes), un avance de desarrollo del sistema controlado y evaluado por los participantes con retroalimentación continua. En principio, a partir de un equipo de trabajo con programadores y diseñadores gráficos, así como 2 investigadores, 6 docentes, 13 niños (7 niños y 6 niñas) cuyas edades oscilaban entre 8 y 12 años con TDAH, 2 psicólogos, 1 neuropsicólogo, 13 padres de familia, se hacen dos equipos de trabajo dividido por áreas temáticas. Nuestro enfoque combina las técnicas del pensamiento de diseño, en las que definimos mapas de empatía y visiones del producto. En una siguiente etapa se definieron a las PERSONAS y se elaboró la lista de todo lo que debe hacerse para convertir la visión en realidad (Backlog); se hacen las estimaciones lo que se conoce como el Póker de Planificación. Se establecen los Sprints y se llevan a cabo reuniones diarias para revisar el avance mediante los Sprints pendientes, en proceso y los terminados.

Se ilustran los mapas de empatía para comprender las necesidades de los usuarios de los videojuegos, recordar que esta herramienta ayuda a empatizar y sintetizar las observaciones de la fase de investigación y a extraer información inesperada sobre las necesidades de los usuarios. El mapa proporciona cuatro áreas principales en las que centrar la atención, proporcionando así una descripción general de la experiencia de una persona, lo que dicen, hacen, piensan y sienten, los últimos dos solo se pueden recolectar mediante técnicas de observación, y usando

los prototipos *pensando en voz alta* (Thinking Aloud). Este es el mapa de empatía desde la óptica del investigador:

1) Dijo:

“La aplicación web debe ser más adaptable y flexible”
“Queremos que este producto llegue a la mayor cantidad de personas posibles”.

“Ciertas funciones del nivel no están implementadas correctamente. Los objetos deben salir al azar y el usuario debe poder elegir el objeto en vez de que se elija al picar cualquier lugar en la pantalla”.

“El proyecto debe estar más funcional para poder ponerlo en una tienda en línea o a tenerlo a disposición para descarga”.

“La finalidad del proyecto es poder darle continuación más adelante por lo que espero una solución abierta al crecimiento y cerrada a la modificación de lo que ya funciona”.

“La aplicación para celulares no es una prioridad”.

2) Hizo

-El investigador participó de forma activa con cualquier comentario que pudiera tener sobre el plan de trabajo.

-El investigador mostró siempre respeto por el proyecto, llegó a tiempo, se mostró amable, expresó interés en mantener la comunicación en caso de cualquier duda adicional.

-El investigador venía muy preparado para las reuniones y tenía respuestas para la mayoría de las preguntas que se habían preparado con antelación sobre las necesidades y prioridades.

-El cliente parecía conocedor de la funcionalidad de las aplicaciones y sus limitaciones en cada iteración.

3) Pensó

-Que podrían necesitar buscar recursos adicionales, otros programados, diseñadores gráficos, para lograr lo que se les pidió.

-Que hay algunos aspectos que se pueden mejorar.

-Que puede haber una aplicación móvil para el juego y no necesariamente debe estar basado en la web.

-Se tiene que mejorar las presentaciones y dejar claro lo que funciona en las reuniones de trabajo.

-No tiene prisa por terminar la aplicación, ya que ha estado en pausa por mucho tiempo.

-Expectativas en el control, ya que se trata de un proyecto de investigación.

4) Sintió

-Entusiasmo en el desarrollo de una aplicación para ayudar a los niños con diferentes habilidades.

-La felicidad al conocer que la aplicación se completará.

-Entusiasmo en mantenerse en contacto durante el desarrollo.

-Con la esperanza de seguir desarrollando el proyecto después.

Además de este artefacto de mapa de empatía, se encontró muy valioso crear comics para comunicar las necesidades del

proyecto como un medio de comunicación de *story telling*. En particular, esta técnica con los niños y padres de familia resultó muy motivante y fomentó aún más la comunicación con ellos. Vieron reflejadas sus necesidades y se sintieron escuchados. En la figura 2 se muestra unos extractos de las historias donde se muestra un juego como estrategia educativa, un docente y un alumno, discutiendo sobre los alcances y expectativas de este.

Por otro lado, los diseños de los videojuegos tomaron en cuenta algunas de las características específicas del software acorde con la corriente cognitivo-conductual (González y Oliver 2002), y siguiendo la técnica de co-diseño propuesta por (Van Mechelen et al. 2017), usando la herramienta web Miro (Figura 3). Adaptada a este contexto, la técnica de co-diseño fue modificada y enriquecida con otros artefactos ágiles, concretamente el tablero de visión del producto que describe de manera puntual, visión, PERSONAS, necesidades, valor y funcionalidades.

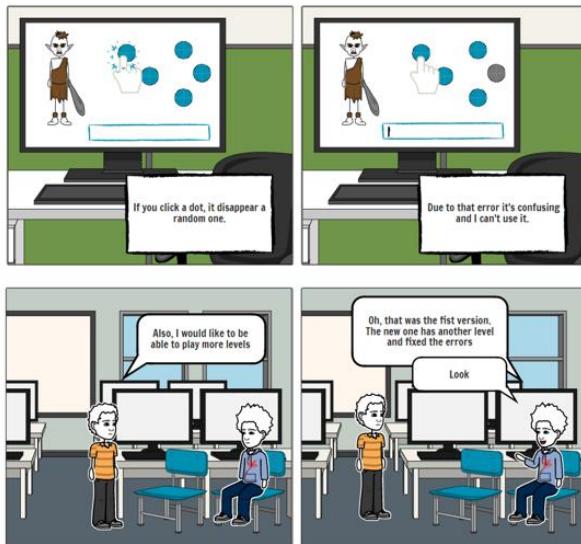


Figura 13 Ejemplo de especificación de necesidades apoyados de la técnica de Story Telling

Actualmente, esta técnica es muy recomendable para el diseño interactivo colaborativo apoyado por computadora, pues la pandemia no permite a los equipos de trabajo estar juntos. La ventaja de tomar de referencia la técnica de co-diseño propuesta por (Van Mechelen et al. 2017) para el diseño de los videojuegos es que favorece la discusión sobre cómo implementar tareas abstractas tomando de inspiración patrones de diseño, guías de estilo, técnicas de interacción modernas y cualquier otra fuente de inspiración que pudiese resultar útil. Además, se discuten aspectos de cómputo social, cómputo afectivo (esta fue una propuesta adicional que se hizo), medios de interacción y dispositivos recomendados. Estas técnicas son muy flexibles y uno bien puede agregar o quitar elementos a la discusión de los videojuegos. Por ejemplo, se podría discutir sobre la narrativa, la jugabilidad, las micro interacciones, la colaboración o cualquier otra dimensión que los investigadores consideren

pertinente tomar en cuenta para el propósito específico del proyecto.



Figura 14 Espacio de co-diseño de los videojuegos, usando tableros de visión del proyecto y co-diseño

4.3 Análisis y diseño de videojuegos serios centrados en el TDAH

En las siguientes subsecciones se presenta el diseño centrado en el TDAH, la propuesta para hacer más formal el proceso y centrarse en los objetivos que se persiguen en esta investigación.

a) Relacionadas con el desarrollo metodológico.

Refuerzo social: la respuesta informática para controlar la conducta del niño ha de venir respaldada, no como respuesta al individuo, sino a sus compañeros.

Responsabilidad: dar responsabilidades al alumno le confiere mejora en su autoestima y la integración social.

Pasos secuenciales: instrucciones secuenciales que se deben llevar a cabo con el alumno a la hora de poner en práctica esta experiencia.

Colaboración con los compañeros: el apoyo que el alumno reciba de sus compañeros repercutirá más eficazmente en la mejora de su conducta.

Coordinación de padres y escuela: proporcionar el aprendizaje en todos los momentos del día.

b) Relacionadas con las características del TDAH.

Motivador: se debe considerar la novedad, el efecto (una persona tiende a repetir las conductas satisfactorias y a evitar las desagradables), la pluralidad (el aprendizaje es más consistente y duradero cuantos más sentidos estén involucrados), autoestima, práctica y repetición.

Actividades lúdicas: La tarea se debe afrontar como un juego para evitar caer en la monotonía.

Sin excesivas animaciones: las actividades deben apoyar la atención y concentración del niño con refuerzo auditivo-visual.

No frustración al error: concebir la utilización de videojuegos que establezcan los logros más que los errores.

Grado de dificultad asequible a su aprendizaje: los videojuegos deben de responder a las necesidades del niño. Un programa cuyos contenidos sean inalcanzables para el niño le llevarán al error continuado y por tanto al abandono y desinterés por la tarea. Un programa inferior a su nivel de aprendizaje creará ánimo en los primeros momentos, pero acabará en aburrimiento por ser ejercicios excesivamente sencillos.

Autoevaluación reforzada: un videojuego que permite observar los procesos y analizar los errores, va a ofrecer una revisión de la evaluación; ofrece un perfecto feedback de los progresos.

Sin olvidar que existe una serie de características que se deben de tomar en cuenta para el diseño de un videojuego, tales como: Personaje, Descripción narrativa, Retos, Restricciones, Premios, Elementos interactivos, Retroalimentación y Características particulares de los jugadores.

4.4 De la historia a las matemáticas: desarrollo de juegos serios

El desarrollo de software utilizado fue el basado en patrones de diseño por componentes pensando en una de las principales necesidades de los juegos que es mantener el principio de diseño “abierto al crecimiento o expansión y cerrado a las modificaciones”. Los patrones de diseño de software permitieron el desarrollo de una arquitectura flexible y robusta. En particular muchas implementaciones del *patrón observador* fueron programados para permitir un modelo basado en notificaciones, así como el *patrón template* para definir algoritmos genéricos con pequeñas variantes en el contenido, de esta forma una dinámica de juegos podría servir a diferentes áreas de conocimiento. En este trabajo queremos centrarnos en las temáticas de los juegos y su pertenencia respecto a la utilidad para el apoyo en el aprendizaje de niños con TDAH.

- 1) Mexi TDAH (Figura 4), aventuras en el mar donde se pueden realizar actividades de buscar diferencias, registro de tiempo, aciertos e intentos. En este tipo de actividades, es importante la figura del adulto como apoyo, por ejemplo, si el niño emplea un tiempo excesivo en encontrar una determinada diferencia, apoyarlo para que no se frustre, darle pistas, etc.

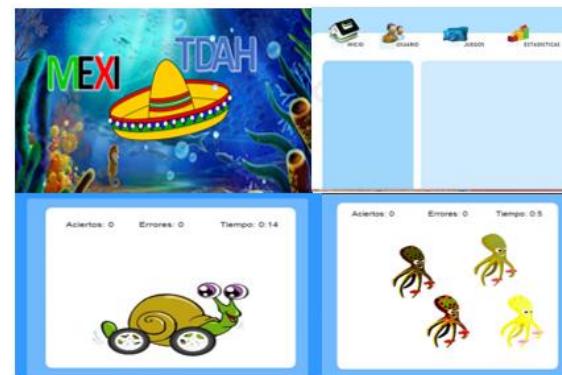


Figura 15 MEXI TDAH un juego que favorece la memoria, atención y en nos ayuda a identificar posibles problemas de ceguera al color.

- 2) Geolandia (Figura 5), para apoyo al aprendizaje de la materia de geografía que se imparte a partir del cuarto año de primaria; dando un enfoque divertido para reforzar el aprendizaje de dicha materia ayudando a su educación, teniendo en cuenta las diferentes formas de aprender de los niños.



Figura 16 Geolandia, un video juego de apoyo a la memoria, atención en procesos de aprendizaje de geografía.

- 3) Memoálgebra (Figura 6), una alternativa de apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje del lenguaje algebraico; la temática del juego está enfocada a la Antigua Grecia. En álgebra, los estudiantes aprenden a razonar simbólicamente, y como consecuencia aumenta la complejidad y el tipo de ecuación y problema que pueden resolver. En particular, este trabajo se llevó a otras modalidades de interacción como fueron las interfaces físicas, un juego totalmente digital de mesa interactivo, y una versión mejorada con interfaces tangibles. Es importante mencionar que si al principio la naturaleza del

juego de memoria parecía extraña para aprender álgebra los resultados de aprendizaje fueron muy significativos.



Figura 17 Memoálgebra, la dinámica del juego de memoria para aprender álgebra de los tres usos de la variable.

- 4) Mi comunidad (Figura 7), conocimiento de cultura y costumbres de cada estado de la República Mexicana a través de un recorrido turístico, de esta forma podemos apreciarlo y valorarlo, conocer más nuestro entorno nos permite relacionarnos con él, conocer qué ecosistemas nos rodean y la variedad de maravillas en las que vivimos.



Figura 18 Mi comunidad, un juego de apoyo a la memoria y atención centrado en el aprendizaje de geografía, valores y tradiciones.

- 5) Juego de igualdades (Figura 8), juegos de buscar parejas o igualdades consiste en identificar las parejas en las que dos dibujos son exactamente iguales. Es una actividad adecuada para estimular y rehabilitar la discriminación visual, la percepción de diferencias, el análisis visual y la orientación espacial. También se trabajan la atención y la inhibición. La dificultad se ha introducido en función de la similitud entre las parejas distractoras.



Figura 19 Igualdades, un juego de apoyo a la memoria y atención usando juegos clásicos usados para este propósito.

- 6) Sumas y restas (Figura 9), el objetivo del juego es el uso del sistema numérico para resolver problemas de suma y resta, el objetivo es comprender mejor las operaciones, utilizando los números de los Sumerios como foco de atención del jugador, creando la necesidad de prestar atención, así como repasar los números que ya se conocen, esto a través de un video, que introduce a forma de explicación la manera en que se representaban los números en esa época.



Figura 20 Sumas y restas con los Sumerios

- 7) Un viaje a través de las matemáticas (Figura 10), basado en la historia de las matemáticas en diferentes partes del mundo. Pitágoras es quien cuenta la historia de las matemáticas en la descripción de cada nivel, se trata de animaciones cortas, con una voz llamativa, que capture la atención de los niños; el reto se logra cuando el niño entra a los ejercicios de cada nivel, en dicho ejercicio se muestran una serie de "frutos" con los cuales el niño debe realizar una operación algebraica y escribir el resultado correcto para continuar con el siguiente ejercicio. Como premio en cada nivel se recibe ropa o trajes relacionados a la civilización del nivel correspondiente.

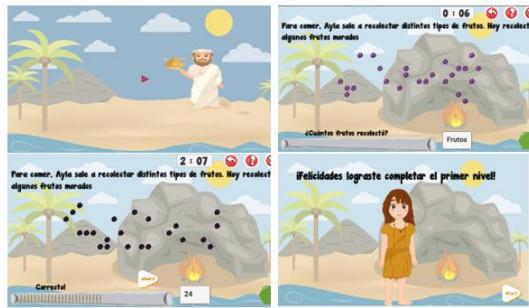


Figura 21 Un viaje a través de las matemáticas

Adicionalmente a los juegos, muchos de los cuales se podrían usar con soluciones web disponibles actualmente, un extra que se requiere para seguimiento y control de los niños es la integración de los resultados en una plataforma web. En la Figura 11 se muestra una interfaz de usuario de la solución propuesta que resuelve el problema de poder el seguimiento y control de un niño, en la parte inferior un gráfico que muestra el progreso en las actividades de los jugadores, cada niño es diferente y como tal puede ser atendido de forma específica de acuerdo con sus necesidades. Este requerimiento es una pieza fundamental del proyecto ya que los especialistas referían que si bien hay soluciones en el mercado dar seguimiento y control de sus estudiantes es muy complejo.

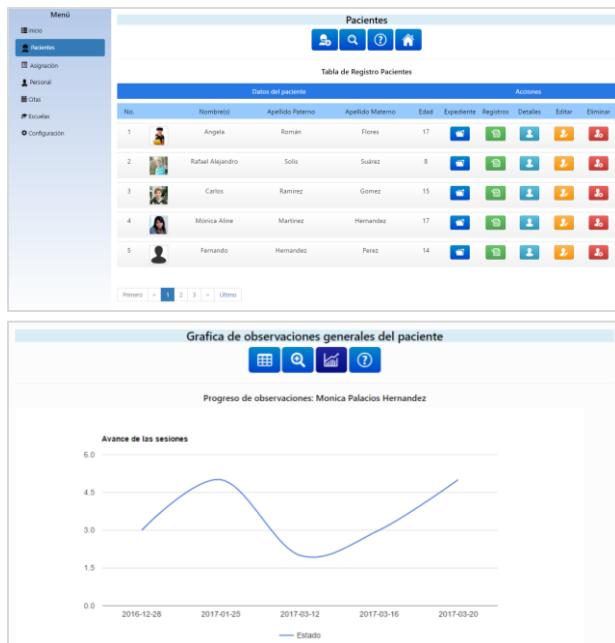


Figura 22 Sistema gestor de videojuegos y expedientes educativos y clínicos de los alumnos con TDAH

5. Resultados

Para la evaluación de los videojuegos desarrollados se tuvo la retroalimentación de todos los participantes. En primera instancia, se hicieron las pruebas de software pertinentes (pruebas unitarias y de integración), posteriormente, para los niños se ha realizado un cuestionario tipo PrEmo (Desmet, 2018)

(Figura 12) a través de este instrumento es posible medir más de una emoción experimentada simultáneamente durante la realización de una actividad, en este caso al usar el videojuego para el aprendizaje. También se realizó observación directa de los niños al realizar la actividad con la intención de capturar fácilmente los gestos que los niños adoptan con respecto a la satisfacción; este método es simple y permite conocer aspectos inesperados, descubriendo pautas para mejorar la herramienta. Los puntos positivos implican que los videojuegos se centran en la promoción de un estado sostenible de rendimiento cognitivo (mejorado), aumentando el estado de excitación y motivación de los participantes y las respuestas inhibitorias y la atención. Sin embargo, también hay efectos secundarios asociados al uso de la terapia basada en videojuegos, por ejemplo: adicción, irritabilidad, inquietud en el niño por la siguiente sesión de juego, entre otros.

Cuestionario tipo PrEmo					
Datos Generales					
Nombre:					
Grado y Grupo					
Edad					
Escuela					
Duración de la actividad:					
¿Te gusto la actividad?					
Muy satisfecho	satisfecho	Neutral	Poco Satisfecho	Insatisfecho	
¿Te aburriste?					
Muy satisfecho	satisfecho	Neutral	Poco Satisfecho	Insatisfecho	
¿Te pareció muy larga la actividad?					
Muy satisfecho	satisfecho	Neutral	Poco Satisfecho	Insatisfecho	
¿Te gustaría realizar una actividad parecida?					
Muy satisfecho	satisfecho	Neutral	Poco Satisfecho	Insatisfecho	
¿Cómo definirías tu estado de ánimo durante la actividad?					
Muy satisfecho	satisfecho	Neutral	Poco Satisfecho	Insatisfecho	

Figura 23 Cuestionario tipo PrEmo

En los docentes se aplicó el Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos CSUQ (Figura 13) para conocer su experiencia al usar la aplicación, además se aplicó un instrumento, en una de las etapas del juego, para medir heurísticas relacionadas con el diseño, la jugabilidad y errores de usabilidad. Con base en los resultados y observaciones realizadas por los docentes se puede inferir que en la dimensión de usabilidad del sistema se sienten satisfechos con la facilidad de uso, consideran que es sencillo, sin embargo, algunas tareas no parecían claras para ellos. En general, reportaron sentirse cómodos y consideran que es fácil aprender a usarlo. En lo que se refiere a la dimensión de calidad de la información, manifestaron que los mensajes de error no son claros y generan confusión en cómo resolverlos. Hay detalles dentro de los botones y la tipografía que es necesario revisar; sin embargo, para ellos resulta sencillo encontrar la información y los mensajes parecen claros.

Con respecto a la calidad de la interfaz, les ha parecido que son agradables, aunque les gustaría que tuvieran más funciones como la ayuda que sirva de guía en caso de duda. Por último, todos los docentes se sienten satisfechos con el sistema y muestran entusiasmo para que este pueda ser utilizado no solo por los niños con TDAH sino también con los alumnos regulares.

Dimensión	Mínimo	máximo	Promedio
Usabilidad del sistema	6.33632124	7.09225019	6.71428571
Calidad de la información	7	7	7
Calidad de la Interfaz	6.33632124	7.09225019	6.71428571
Satisfacción general	7	7	7

Figura 24 Prueba de Usabilidad Cuestionario CSUQ

6. Conclusiones

El TDAH es un trastorno que afecta a una gran parte de la población infantil. A través del análisis realizado se encontraron tanto las características que un juego debe de cumplir como la estrategia de aprendizaje correcta para poder desarrollar videojuegos que los impulsen a aprender.

El poder combinar estrategias pedagógicas con la tecnología nos permite mejorar la enseñanza en el aula de clase, así como fuera de ella y crear herramientas útiles para un bienestar social. Los resultados de las entrevistas a padres de familia nos indican que muchos de ellos desconocían el término hasta que sus hijos fueron diagnosticados; la mayoría de los docentes no conocen

cómo trabajar y enseñar a niños con TDAH. La falta de conocimiento sobre lo que es el trastorno, así como el no contar con una capacitación adecuada que les permita entender el TDAH los hace trabajar sin estrategias adecuadas. Tanto docentes como padres de familia coinciden en la importancia de contar con las herramientas y conocimiento necesario que les permita una mejor reacción y atención a las necesidades educativas y emocionales de estos niños. La inclusión de las TIC en el ámbito educativo permite diseñar estrategias innovadoras y efectivas, prueba de ello es el uso de videojuegos con impacto en el aprendizaje; considerando que los niños con TDAH tienen características especiales y requieren de apoyo y herramientas específicas que les apoyen, se han realizado varios estudios para identificar los elementos necesarios para incluir en una herramienta o videojuego.

El trabajo realizado incluyó el desarrollo de siete videojuegos para apoyar en la enseñanza a niños con TDAH usando la metodología ágil SCRUM, esto permite identificar y eliminar las cosas que no son divertidas más rápidamente y se tiene un mayor control sobre la calidad, porque participan todos los involucrados regularmente en revisiones de Sprints. La metodología es iterativa e incremental y busca obtener versiones del producto en intervalos cortos y regulares de tiempo. Existen varias empresas desarrolladoras de videojuegos que utilizan metodologías ágiles, mas ninguna de las adaptaciones se encuentra especificada formalmente. Como trabajo futuro se desea desarrollar un portafolio con más videojuegos aplicando estrategias de enseñanza para favorecer el aprendizaje en las diferentes áreas del conocimiento.

Referencias

- American Psychiatric Association. (2000). Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (Revised). Washington, DC, 163–170.
- Bul, K. C. M., Franken, I. H. A., Van Der Oord, S., Kato, P. M., Danckaerts, M., Vreeke, L. J., Willems, A., Van Oers, H. J. J., Van Den Heuvel, R., Van Slagmaat, R., & Maras, A. (2015). Development and User Satisfaction of “Plan-It Commander,” a Serious Game for Children with ADHD. Games for Health Journal, 4(6), 502–512. <https://doi.org/10.1089/g4h.2015.0021>
- Desmet, P. (2018). Measuring emotion: Development and application of an instrument to measure emotional responses to products. En M. Blythe & A. Monk (Eds.), *Funology 2* (pp. 391–404). Springer International Publishing.
- Global Games Market Report. (2020). Newzoo’s global games market report 2020. <https://strivesponsorship.com/wp-content/uploads/2020/07/Global-Games-Market-Report-2020.pdf>. (accessed 11.23.2020).
- González Rus, G. y Oliver Franco, R. (2002). La Informática en el Déficit de Atención con Hiperactividad. Jornadas de Hiperactividad, celebradas por la Fundación ICSE en Sevilla, mayo de 2002. <http://diversidad.murciaeduca.es/tecnoneet/docs/2002/3-142002.pdf>
- Guerrero-García, J., González-Calleros, J. M., Muñoz-Arteaga, J., & Collazos, C. A. (Eds.). (2017). *HCI for Children with Disabilities*. Springer.
- Gutiérrez-Maldonado, J., Letosa-Porta, Á., Rus-Calafell, M., & Peñaloza-Salazar, C. (2009). The assessment of Attention Deficit Hyperactivity Disorder in children using continuous performance tasks in virtual environments. *Anuario de Psicología*, 40(2), 211–222.[fecha de Consulta 23 de Noviembre de 2020]. ISSN: 0066-5126. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=97017660005>
- Joselvich, E., Bernaldo de Quiroz, G., Moyano, M. B., y Scandar, R. O. (2003). AD-HD qué es, qué hacer: recomendaciones para padres y docentes. (Paidós (Ed.)).
- Keith, C. (2010). *Agile game development with Scrum*. Pearson Education, Inc.
- Leung, A. K. C., & Lemay, J. F. (2003). Attention Deficit Hyperactivity Disorder: An Update. *Advances In Therapy*, 20(6), 305–318.
- Leenheer, R., Geerts, D., & Vanattenhoven, J. (2015). Learning lessons for second screen from board games. En memorias de la conferencia internacional Interac-tive Experiences for TV and Online Video (pp. 143-148). ACM.
- Londoño, P. O. L., Maldonado, G. L. F., y Calderón, V. L. C. (2014). Guías para construir Estados del Arte. En *Internacional Corporation of Network of Knowledge* (Vol. 1). <http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/123456789/4637>

- Maldonado Arce, S. (2008). Estrategias Cognitivo-Conductuales para Educadores de Niños con TDAH en la Etapa Escolar [(Licenciatura) Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador]. <http://201.159.222.99/bitstream/datos/7645/1/06679.pdf>
- Martínez, F., Barraza, C., González, N., & Juan, G. (2016). KAPEAN: Understanding Affective States of Children with ADHD. *Fernando. Journal of Educational Technology & Society*, 19(18.), 18–28.
- Miranda Casas, A., y Soriano Ferrer, M. (2010). Tratamientos Psicosociales Eficaces para el Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad. *Información psicológica*, 100, 100–114.
- Muñoz, J. E., Lopez, D. S., Lopez, J. F., & Lopez, A. (2015). Design and creation of a BCI videogame to train sustained attention in children with ADHD. *2015 10th Colombian Computing Conference, 10CCC 2015*, September, 194–199. <https://doi.org/10.1109/ColumbianCC.2015.7333431>
- Moran Lara, J. A. (2016). Trastornos del Aprendizaje Hiperactividad [(Licenciatura) Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná, Ecuador]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>
- Palacios-Cruz, L., de la Peña, F., Valderrama, A., Patiño, R., Calle Portugal, S. P., y Ulloa, R. E. (2011). Conocimientos, creencias y actitudes en padres mexicanos acerca del trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH). [Knowledge and beliefs in Mexican parents about attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)]. *Salud Mental*, 34(2), 149–155.
- Prieto De Lope, R., Diaz Salas, D., Jerónimo, J., García Cruz, C., y Medina-Medina, N. (2015). Videojuegos Serios en Educación Infantil y Primaria. *X Congreso Español sobre Metaheurísticas, Algoritmos Evolutivos y Bioinspirados (MAEB 2015)*, February, 479–486.
- Prins, P. J. M., Dovis, S., Ponsioen, A., ten brink, E., & van der Oord, S. (2011). Does computerized working memory training with game elements enhance motivation and training efficacy in children with ADHD? *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 14(3), 115–122.
- Rief, S. F. (2012). How to reach and teach children with ADD/ADHD: practical techniques, strategies, and interventions (3a ed.). John Wiley & Sons.
- Santos, J. y Sanz, L. (2013). *DSM-5 Trastornos del Neurodesarrollo. DSM-5: Novedades y Criterios Diagnósticos*.
- Santurde del Arco, E. (s/f). La educación mediática como vía para la mejora del rendimiento académico y adquisición de la competencia digital en los alumnos con TDAH. Universidad de Deusto. Recuperado 30/06/2017
- Tobar-Muñoz, H., Fabregat, R., & Baldiris, S. (2014). Using a videogame with augmented reality for an inclusive logical skills learning sesión. *International Symposium on Computers in Education (SIIE)*, Logrono, 2014, pp. 189-194, doi: 10.1109/SIIE.2014.7017728.
- Van Mechelen, M., Derboven, J., Laenen, A., Willems, B., Geerts, D., & Abeele, V. V. (2017). The GLID method: Moving from design features to underlying values in co-design. *International Journal of Human-Computer Studies*, 97, 116-128.
- Villareal, Freire, A. P., & Collazos Ordoñez, C. A. (2016). The EMOINAD Guide construction proposal: An emotive interface design guide for attention deficit disorder in children. *Romanian Journal of Human - Computer Interaction*, 9(4), 352–366.
https://search.proquest.com/docview/1876053942/accountid=14777%0Ahttp://xv9lx6cm3j.search.serialssolutions.com?ctx_ver=Z39.88-2004&ctx_enc=info:ofi:enc:UTF-8&rfr_id=info:sid/ProQ%3Acomputing&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&rft.genre=article&rft.j
- Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H., & van der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 249–265. <https://doi.org/10.1037/a0031311>