

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

DOI: <https://doi.org/10.65234/interaccion.32>

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-Centered 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-Centered 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 desarrollen, 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 háptica. 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).

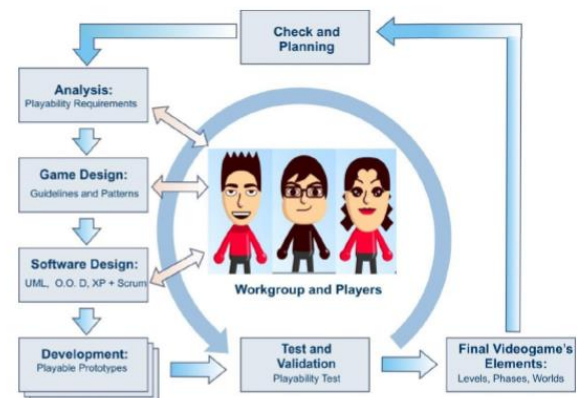


Figura 1: Ciclo de Desarrollo en el “Diseño de Videojuegos Centrados en el Jugador” (González, 2010)

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 cinemáticas, 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	Social			
	Satisfacción			
	Aprendizaje			
	Efectividad			
	Inmersión			
	Motivación			
Jugabilidad Interactiva	Emoción			
	Social			
	Satisfacción			
	Aprendizaje			
	Efectividad			
	Inmersión			
Jugabilidad Artística	Motivación			
	Emoción			
	Social			
	Satisfacción			
	Aprendizaje			
	Efectividad			
Jugabilidad Intrapersonal	Inmersión			
	Motivación			
	Emoción			
	Social			
	Satisfacción			
	Aprendizaje			
Jugabilidad Interpersonal	Efectividad			
	Inmersión			
	Motivación			
	Emoción			
	Social			
	Satisfacción			

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 adecúen 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 puzles, 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.

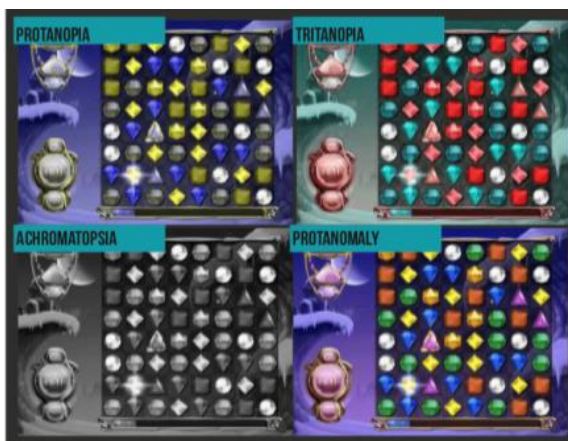


Figura 6: Ejemplo de caso de uso de la solución “Asociar a los elementos importantes del videojuego basados en el color un indicador secundario” aplicado al videojuego Bejeweled 3

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 hacer 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 con realismo”.

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 DALTÓNICOS	
	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.
Pautas 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 pueden 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 referenciados 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).

Etapa del proceso de diseño 	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 	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. 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. 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.
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 cardiaco, 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?
	Complejidad 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	¿Cuánto tiempo requiere el jugador para lograr una meta?
	Eficiencia de meta	¿Cómo de eficiente es el usuario?
	Eficiencia Relativa al Nivel del Usuario	¿Cómo de eficiente es un jugador experto frente a un jugador nuevo?
Flexibilidad	Accesibilidad	¿Qué porcentaje de metas se logran utilizando distintas formas de interacción diferentes a las usadas por defecto?
	Personalización	¿Qué proporción de la personalización disponible utiliza el jugador?
Seguridad	Seguridad y Salud del Jugador	¿Cómo incide en la salud del jugador el uso del producto?
	Daño software	¿Cómo incide la corrupción del software en el juego?
Satisfacción	Escala de Satisfacción	¿Cómo de satisfecho está el jugador?
	Cuestionario de Satisfacción	¿Cómo de satisfecho está el jugador con las características propias del juego?
	Preferencia de Uso	¿Qué porcentaje de usuarios prefieren el videojuego frente a otros?
	Socialización	¿Qué porcentaje de los retos son resueltos jugando en grupo?

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?
	Complejidad 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?
Seguridad	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 daltónicos?
	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 periodos 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 (cursores, 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 sufran 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 repercuta 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/imsero/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).