

ArDIn. Arte, Diseño e Ingeniería

e-ISSN: 2254-8319

DOI: [10.20868/ardin.2026.15.5675](https://doi.org/10.20868/ardin.2026.15.5675)



Percepción de la deficiencia en la visión del color y su impacto en el diseño digital accesible en la educación superior

Perception of color vision deficiency and its impact on accessible digital design in higher education

Ester Campos Baello

Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España

estercam@ucm.es

ORCID 0000-0002-5443-5817

David Alonso Urbano

Departamento de Videojuegos, Animación y Tecnología, UDIT Universidad de

Diseño, Innovación y Tecnología, Madrid, España

david.alonso@udit.es

ORCID 0000-0003-3838-9026

Recibido / Received: 31/12/2025

Aprobado / Approved: 26/03/2026

Resumen

La deficiencia en la visión del color (CVD), comúnmente conocida como daltonismo, afecta aproximadamente al 8 % de los hombres y al 0,5 % de las mujeres en todo el mundo. Esta afección es especialmente relevante en disciplinas como la animación, el diseño digital y los videojuegos. En estos campos, el color tiene una función estética y narrativa, ya que sirve de guía y transmite emociones. Este estudio analizó el nivel de conocimiento y percepción de la CVD y la accesibilidad cromática en la comunidad universitaria de la Universidad de Diseño, Innovación y Tecnología (UDIT) de Madrid, España. Se realizó una encuesta a 387 estudiantes vinculados a la creación visual. Los resultados indicaron que una parte del alumnado presenta un conocimiento conceptual limitado sobre la CVD, así como una aplicación reducida de criterios de accesibilidad cromática en sus proyectos. Aunque algunos estudiantes afirmaron haber recibido formación, los errores persistentes en conceptos básicos revelaron que la formación era incompleta. Como dato complementario, se registró la prevalencia declarada de CVD en la muestra, con un 8 % de los estudiantes varones y un 1 % de las estudiantes mujeres, con una notable concentración en el Grado en Diseño, Desarrollo de Videojuegos y Entornos Virtuales (40 % del total de casos). En otras titulaciones, como el Grado en Animación o los grados en áreas de Diseño Audiovisual, la presencia es menor. Esta distribución, observada de forma descriptiva, podría apuntar a posibles diferencias que requieren un análisis específico en futuros estudios. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de integrar explícitamente la accesibilidad al color en la formación académica, en línea con la Ley Europea de Accesibilidad (EAA), que está en vigor desde 2025.

Palabras clave: accesibilidad daltónica; deficiencia en la visión del color (CVD); animación digital; educación superior; diseño de interfaces, experiencia de usuario; videojuegos.

Campos Baello, E. & Alonso Urbno, D. (2026). Percepción de la deficiencia en la visión del color y su impacto en el diseño digital accesible en la educación superior. *ArDIn. Arte, Diseño e Ingeniería*, 15, 496-532.

Abstract

Color vision deficiency (CVD), commonly known as color blindness, affects approximately 8% of men and 0.5% of women worldwide. This condition is particularly relevant in disciplines such as animation, digital design, and video games. In these fields, color serves both aesthetic and narrative functions, guiding the viewer and conveying emotions. This study analyzed the level of knowledge and perception of CVD and color accessibility within the university community of the University of Design, Innovation and Technology (UDIT) in Madrid, Spain. A survey was conducted with 387 students involved in visual creation. The results indicate that a portion of the students show limited conceptual knowledge of CVD, as well as a reduced application of color accessibility criteria in their projects. Although some students reported having received prior training, persistent errors in basic concepts revealed that this training was incomplete. As a complementary measure, the self-reported prevalence of CVD in the sample was recorded, with 8% of male students and 1% of female students, showing a notable concentration in the Degree in Video Game Design and Development and Virtual Environments (40% of the total cases). In other programs, such as the Degree in Animation or degrees related to Audiovisual Design, the presence is lower. This distribution, observed descriptively, may point to possible differences between programs that require further investigation in future studies. These findings highlight the need to explicitly integrate color accessibility into academic training, in line with the European Accessibility Act (EAA), which came into force in 2025.

Keywords: color blindness accessibility; color vision deficiency (CVD); digital animation; higher education; interface design; video games.

Campos Baello, E. & Alonso Urbno, D. (2026). Perception of color vision deficiency and its impact on accessible digital design in higher education. *ArDIn. Arte, Diseño e Ingeniería*, 15, 496-532.

Sumario / Summary: 1. Introducción 2. Marco teórico 2.1 Deficiencia en la visión del color: tipos, prevalencia, implicaciones funcionales 2.2 Necesidad de accesibilidad en los sectores visuales (videojuegos, animación, diseño digital) 2.3 Estudios previos sobre el

conocimiento de la accesibilidad visual en la educación 2.4 Breve revisión de políticas, normativas y marcos de accesibilidad 3. Metodología 3.1 Instrumento 3.2 Análisis de datos 3.3 Procedimiento 4. Resultados 4.1 Perfil sociodemográfico 4.2 Prevalencia de la deficiencia en la visión del color 4.2 Prevalencia de la deficiencia en la visión del color 4.3 Conocimiento de la prevalencia 4.4 Conocimientos previos y actuales 4.5 Eficacia de la formación recibida 4.6 Conocimiento y aplicación en proyectos 4.7 Percepción de la accesibilidad 5. Discusión 5.1 Interpretación de la prevalencia advertida 5.2 Análisis exploratorio de la distribución por titulaciones 5.3 Brecha entre el conocimiento declarado y el conocimiento real 5.4 Impacto de la formación recibida Impacto de la formación recibida 5.5 Implicaciones educativas y brecha normativa 5.5.1. Deficiencias detectadas 5.5.2. Relevancia para el diseño de planes docentes y contenidos curriculares 5.6 Propuestas concretas para la docencia 6. Conclusiones y trabajos futuros. Referencias

1. Introducción

La deficiencia en la visión del color (CVD), también denominada discromatopsia en contexto clínico, y comúnmente conocida como daltonismo (discromatopsia congénita), afecta aproximadamente al 8 % de los hombres y al 0,5 % de las mujeres en todo el mundo (National Eye Institute, 2025). No es una cifra anecdótica. Por ejemplo, en un aula con 30 estudiantes de diseño, si la mayoría son chicos, es probable que uno de ellos no perciba el color de la misma manera que los demás. Esta diferencia, que a menudo pasa desapercibida, puede marcar la experiencia educativa y profesional de quienes se preparan para disciplinas donde el color es de suma importancia.

Lejos de ser un mero recurso ornamental, el color en el diseño digital, los videojuegos o la animación actúa como un eje narrativo esencial, facilita la orientación espacial y dota de carga afectiva al producto. Ignorar la pluralidad en la percepción visual supone, en la práctica, marginar a amplios colectivos de usuarios. Valga como ejemplo el caso de aquellos títulos que diferencian bandos o estados basándose únicamente en gamas de rojos y verdes; tal planteamiento suele generar frustración y sitúa en desventaja competitiva a quienes padecen deficiencias visuales. Esta problemática se traslada de igual modo a la creación

visual en general: una pieza publicitaria animada o un proyecto de diseño gráfico pierden su eficacia comunicativa si dependen de códigos inaccesibles (Molina López, 2023). En este sentido, los trabajos de Tillem y Gün (2025) evidencian cómo las restricciones cromáticas merman la inmersión y el compromiso emocional, lo que refuerza la necesidad de integrar soluciones inclusivas desde la concepción del diseño visual.

En la industria del videojuego han surgido propuestas de calado para corregir esta situación. Destaca el caso de Ubisoft, que ha integrado modos específicos de accesibilidad para daltónicos en producciones como *Rainbow Six Extraction* y *Riders Republic* (Ubisoft Help, s.f.-a). A esto se suma el desarrollo de Chroma (Ubisoft, 2025b), un simulador de CVD en tiempo real que la compañía ha puesto a disposición del público de forma gratuita en GitHub (Ubisoft, 2025a). Dicha herramienta permite visualizar cómo se perciben las distintas variantes de la condición (protanopía, deuteranopía y tritanopía) y contrastar la imagen original con la adaptada. Con esta iniciativa no solo se aportan soluciones técnicas para los desarrolladores, sino que establece un precedente sectorial: apostar por la accesibilidad nativa y ofrecer recursos de código abierto para que el resto de la industria pueda replicar estas prácticas.

Otros títulos recientes, como *Destiny 2* (Bungie Help, s.f.) y *League of Legends* (Riot Games Support, s.f.), han incorporado opciones específicas para jugadores de CVD dentro de sus configuraciones gráficas. Estas herramientas permiten a los jugadores ajustar la paleta de colores o aplicar filtros que facilitan la discriminación visual de elementos críticos en la experiencia de juego. Estas iniciativas reflejan el hecho de que la accesibilidad al color ya no es un extra opcional; cuando empresas líderes como Riot Games, Bungie y Ubisoft lo incorporan a sus productos, establecen un estándar que el resto de la industria, y la enseñanza académica centrada en la formación de profesionales del sector debería seguir. Además, la aprobación de la Ley Europea de Accesibilidad en 2025 refuerza este cambio al establecer la accesibilidad visual como un requisito regulado, y no solo como una práctica voluntaria.

En España, las respuestas educativas a este tema son limitadas. Aunque existen investigaciones sobre el color en diferentes campos, es difícil encontrar estudios sistemáticos que midan hasta qué punto la CVD forma parte de la enseñanza en los grados de diseño, animación o videojuegos. Esta carencia motivó la investigación presentada aquí, que se llevó a cabo en la Universidad de Diseño, Innovación y Tecnología (UDIT) en Madrid (España). Con este fin, se encuestó a 387 estudiantes matriculados en grados relacionados con el desarrollo visual (desde Grados en Diseño de Videojuegos y Entornos Virtuales, Animación, Diseño Multimedia-Gráfico, Ilustración, Publicidad y Experiencia de Usuario (UX), hasta el ciclo superior de formación profesional en Animación 3D, Juegos y Entornos Interactivos). El tamaño de la muestra permite que los datos sean considerados representativos de la Comunidad de Madrid dentro de los parámetros aceptados para estudios de este tipo en este sector formativo.

Esta investigación tiene como objetivo principal analizar el nivel de conocimiento, percepción y formación sobre la deficiencia en la visión del color (CVD) entre estudiantes de enseñanzas superiores vinculadas al diseño, la animación, los videojuegos y otros ámbitos de creación visual. De forma específica, el estudio pretende: a) examinar el grado de conocimiento conceptual del alumnado sobre la CVD y su prevalencia; b) identificar su percepción sobre la importancia de la accesibilidad cromática en los proyectos académicos; y c) valorar en qué medida han recibido formación o utilizan herramientas relacionadas con el diseño accesible. De manera complementaria, se recoge la prevalencia declarada de CVD en la muestra como resultado descriptivo secundario.

Este estudio plantea la hipótesis de que, a pesar de la relevancia del color en estas disciplinas, el alumnado presenta un conocimiento insuficiente sobre la deficiencia en la visión del color (CVD), así como una aplicación limitada de criterios de accesibilidad cromática en sus proyectos. Asimismo, se plantea que la formación recibida en este ámbito no es sistemática ni suficiente para garantizar una comprensión adecuada de la problemática.

2. Marco teórico

2.1 Deficiencia en la visión del color: tipos, prevalencia, implicaciones funcionales

La CVD abarca un conjunto de alteraciones visuales genéticas que afectan la capacidad de distinguir entre ciertos colores. Su forma más común es la discromatopsia congénita ligada al cromosoma X, que afecta principalmente a los hombres. Existen tres tipos principales: protanomalia (deterioro visual del rojo), deuteranomalia (deterioro visual del verde) y tritanomalia (deterioro visual del azul). Los dos primeros son los más comunes (Agromayor-Otero, 2024).

Clínicamente, la CVD se clasifica como anomalías tricromáticas, dicromatismo o monocromatismo, cada una con un grado diferente de gravedad y prevalencia en la población. Excepto en la acromatopsia, estos trastornos no resultan en CVD completa, sino en una forma diferente de percibir y discriminar los rangos de color, lo que conduce a limitaciones funcionales en contextos visuales como leer gráficos, navegar interfaces o interpretar mensajes codificados por colores (National Eye Institute, 2025).

La incidencia global de CVD es del 8-10% en hombres y en torno al 0,5% en mujeres, con variaciones ligadas a factores geográficos y étnicos. Investigaciones recientes en el ámbito universitario español corroboran esta tendencia; Agromayor-Otero (2024) cifró la presencia de CVD en un 9,3 % dentro de una muestra de más de 350 alumnos de una facultad de odontología. Por su parte, estudios internacionales como el de Westin (2024) han puesto de relieve la escasa detección y la falta de atención que recibe esta condición en los entornos educativos (National Eye Institute, 2025).

El impacto de la CVD va mucho más allá de la simple confusión entre colores. Quienes presentan esta alteración encuentran obstáculos cognitivos y perceptivos que entorpecen su relación con piezas gráficas, sistemas de señalización o interfaces digitales donde el color asume roles de usabilidad y peso narrativo (Molina-Michelle, 2024). Esta limitación dificulta la decodificación de elementos clave, tales como mapas de calor, indicadores de estado en entornos interactivos o la carga emocional de una secuencia visual (Marcus & Wang, 2018). Tal y como

advirtió Geddes (2021), aunque se llevan décadas empleando parches técnicos de ajuste automático, estas soluciones carecen a menudo de un planteamiento estructural. Lo idóneo sería integrar los fundamentos del diseño universal desde la fase inicial de creación, evitando depender exclusivamente de correcciones posteriores.

2.2 Necesidad de accesibilidad en los sectores visuales (videojuegos, animación, diseño digital)

Los sectores del videojuego, la animación y la publicidad digital animada comparten una dimensión visual en torno a su experiencia de usuario. En estos medios el color no es un accesorio, sino un elemento clave en la estructura narrativa, la mecánica de interacción y la construcción del significado. (Campos-Baello & Santín-Álvarez, 2025). Sin embargo, el diseño del color en estos medios sigue presentando barreras significativas para las personas con deficiencias en la visión del color, aunque este grupo sea lo suficientemente grande como para justificar medidas específicas de accesibilidad. La magnitud de este fenómeno es significativa para los videojuegos. Según un Libro Blanco sobre Desarrollo de Videojuegos en España (DEV, 2022), más de 18 millones de personas en España juegan regularmente a videojuegos. Si consideramos que el 8 % de los varones presenta alguna variante de esta condición, se estima que más de un millón de jugadores en España podrían estar interactuando con productos que obvian criterios de accesibilidad. A escala mundial, con más de 3.200 millones de usuarios de videojuegos, el problema adquiere una dimensión que obliga a considerar estas necesidades desde el planteamiento original del diseño, y no como una adaptación posterior o correctiva.

El uso del color es una pieza clave en los videojuegos. Buena parte de los títulos actuales obligan al jugador a entender bien los códigos cromáticos para poder avanzar, elegir una estrategia o simplemente reconocer en qué estado se encuentran sus recursos (Jaramillo & Torres, 2019). Esto supone que, si alguien tiene problemas para distinguir los elementos por su tono, la experiencia se vuelve frustrante y excluyente. Esta realidad ha impulsado algunos avances, como incluir modos para daltónicos en juegos comerciales o crear herramientas para chequear

si un diseño es accesible (Adobe, s.f.; Venngage, s.f.; Samsung, s.f.). Sin embargo, estas opciones todavía son escasas en la práctica y sus criterios no siempre son del todo eficientes (Geddes, 2021; Monaco, 2022; Jamil, 2024). Incluso cuando se proponen soluciones técnicas, suelen faltar criterios de diseño claros o una base pedagógica, lo que hace que estas medidas acaben siendo poco eficaces o difíciles de mantener en el tiempo.

Además, en simulaciones aplicadas al diseño de videojuegos basadas en filtros CVD integrados en herramientas de diseño y entornos de realidad aumentada para pruebas de jugabilidad, tal y como mencionan Pinheiro *et al.* (2023), investigaciones recientes, como la de Alcaraz-Martínez *et al.* (2024), demostraron que la aplicación sistemática de los principios de accesibilidad del color en la visualización de datos mejora significativamente la comprensión y reduce la carga cognitiva para los usuarios con deficiencias en la visión del color.

Estas cifras resultan igualmente destacables en el sector profesional de la animación. En España, esta industria ha experimentado un crecimiento exponencial durante los últimos diez años, aumentando de forma clara la producción de contenidos narrativos, educativos y publicitarios (DIBOOS, 2024). En este entorno, el color funciona como un recurso narrativo fundamental, puesto que ayuda a construir atmósferas, marca el ritmo de las emociones y permite distinguir entre personajes o escenarios (Polson, 2013; Itten, 1970; Molina López, 2023). Si no se tienen en cuenta las necesidades de las personas con CVD, se corre el riesgo de perjudicar la comprensión de la obra y la propia inclusión de los espectadores.

Por su parte, la publicidad digital animada se ha consolidado como un mercado al alza con un fuerte impacto visual, donde el uso del color repercute en la atención y el comportamiento de quien consume el contenido. Pese a este auge, los informes del sector todavía no recogen estándares claros sobre accesibilidad cromática, y las leyes vigentes no ofrecen marcos de regulación específicos para este sector. Esta carencia de normas y de estrategias de diseño provoca que la publicidad digital sea un ámbito muy expuesto a los sesgos de percepción. Todo ello resalta lo necesario que es empezar a incluir criterios de accesibilidad desde

las primeras fases de la planificación, tanto en la parte creativa como en la técnica (IAB Spain, 2025).

La necesidad de un enfoque más estructural ha sido destacada en estudios como el de Campos-Baello (2024), que señalan una brecha metodológica en las heurísticas aplicables al diseño de color accesible en los videojuegos. En ausencia de marcos específicos, a menudo se utilizan adaptaciones de principios generales de usabilidad, como los de Nielsen (1994); sin embargo, estos son insuficientes para abordar la diversidad perceptual en profundidad. Por ello, varios estudios más recientes han propuesto enfoques complementarios como heurísticas especializadas para contextos educativos (Quiñones & Rusu, 2017) o experiencias sensoriales alternativas (Lindkvist, 2020). En el campo de la animación, Campos-Baello y Santín-Álvarez (2025) propusieron por primera vez un conjunto de principios orientados a la narrativa en color accesible, que representa un paso significativo hacia una comprensión más inclusiva de la estética visual

2.3 Estudios previos sobre el conocimiento de la accesibilidad visual en la educación

El conocimiento sobre accesibilidad visual en contextos educativos relacionados con el diseño, multimedia, animación, desarrollo de videojuegos y usabilidad sigue siendo limitado y disperso. Aunque los recursos formativos relacionados con el color han evolucionado progresivamente desde una perspectiva técnica hacia una dimensión más comunicativa y simbólica (Schwarz, s.f.; Itten, 1970; Goethe, 2008), el componente inclusivo específicamente relacionado con las deficiencias de visión del color sigue ausente en la mayoría de los planes de estudio, tanto a nivel universitario como en la formación profesional superior.

Como señalan Thoo et al. (2023), los estudios sobre discapacidades visuales relacionadas con el color han representado menos del 2% de la producción científica sobre discapacidad visual en la Association for Computing Machinery (ACM) y en el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) durante las últimas tres décadas, destacando un campo que sigue siendo en gran medida inexplorado en comparación con otras áreas de accesibilidad. Para abordar esto,

Angerbauer et al. (2022) realizaron un estudio a gran escala sobre la accesibilidad de figuras y representaciones visuales para personas con discapacidades de visión del color, destacando la necesidad de revisar las prácticas editoriales y los estándares gráficos para garantizar una representación inclusiva.

A nivel internacional, están empezando a surgir propuestas que incorporan directamente la enseñanza de la accesibilidad al color. Westin (2024) presentó un marco curricular integral para la educación superior, diseñado específicamente para videojuegos, que cubre teoría, práctica y evaluación en relación con la accesibilidad visual. De manera similar, Salvador-Ullauri (2021) evaluó la accesibilidad para personas con CVD en productos audiovisuales educativos y propuso directrices de diseño inclusivo que rara vez se consideran en los procesos formativos.

A nivel europeo, existen iniciativas más específicas centradas en la regulación, pero no en las prácticas docentes. Aunque algunos marcos, como las Directrices de Accesibilidad de Contenidos Web -WCAG por sus siglas en inglés- (World Wide Web Consortium (W3C), 2018) y la legislación española (Ley 7/2010, 2010), mencionan la accesibilidad en entornos digitales, estos documentos no han dado lugar a una formación sistemática para los docentes en disciplinas visuales, lo que revela una desconexión entre la teoría regulatoria y la educación.

Una revisión de los planes de estudio sobre luz y color en diferentes contextos internacionales reveló una considerable heterogeneidad en cuanto a contenido, objetivos y metodologías (Huerta, 2022; Csillag et al., 2018). Mientras que algunos enfoques permanecen anclados en modelos tradicionales, como el triángulo de Goethe (2008) en su versión de Van Biema (1997) o las armonías de Itten (1970), otros incorporan dimensiones perceptuales, psicológicas o culturales, sin embargo, la variabilidad perceptiva asociada a las discapacidades visuales rara vez se ha asumido explícitamente. Incluso en propuestas contemporáneas como las de Geddes (2021), que analizan críticamente herramientas de ajuste de color y filtros en entornos digitales, no se han examinado implicaciones educativas específicas. Esto muestra que, aunque se han detectado problemas en la

percepción del color por parte de usuarios con CVD, aún no se han sistematizado ni transferido a materiales de formación en diseño, animación o videojuegos.

La mayoría de los manuales técnicos o cursos sobre color digital no incluyen simuladores de CVD ni estrategias específicas para probar o verificar la accesibilidad (Venngage, s.f.; Adobe, s.f.; Geddes, 2021). En términos de enseñanza, esta ausencia implica no solo una falta de contenido, sino también una omisión metodológica en la enseñanza del color como herramienta funcional y socialmente responsable.

2.4 Breve revisión de políticas, normativas y marcos de accesibilidad

Históricamente, la accesibilidad visual se ha gestionado mediante marcos generales, como las Directrices WCAG del World Wide Web Consortium (2018), que dictan que el color no debe ser el único canal para transmitir información. En España, la Ley de igualdad de oportunidades y su desarrollo en el Real Decreto 1494/2007 (Ley 51/2003, 2003; Real Decreto 1494/2007, 2007) fijaron las bases de la accesibilidad universal. Además, la Ley General de Comunicación Audiovisual (Ley 7/2010, 2010) añadió obligaciones concretas sobre accesibilidad en el entorno audiovisual.

Pese a ello, ninguna de estas normas se refiere de forma expresa a la CVD. Esta situación ha cambiado tras la aprobación de la Ley Europea de Accesibilidad (Level Access, 2024), que supone el primer marco legal obligatorio en la Unión Europea en mencionar esta condición visual. Un avance normativo que permite desarrollar criterios técnicos más específicos, aunque todavía quede camino por recorrer en ámbitos como el diseño digital, la animación o la creación de videojuegos. Así, la distancia entre la normativa general y la realidad profesional continúa siendo un obstáculo que tanto la investigación como la universidad deben contribuir a resolver.

3. Metodología

Se diseñó un estudio exploratorio de corte cuantitativo, apoyado en encuestas, con el fin de analizar el conocimiento, la percepción, la formación recibida y determinadas prácticas relacionadas con la accesibilidad cromática y la deficiencia en la visión del color (CVD) en estudiantes de educación superior vinculados a disciplinas de creación visual. De forma complementaria, se recogió la prevalencia declarada de CVD en la muestra como dato descriptivo.

Esta estrategia se justifica por la necesidad de obtener una visión general fiable que permita vincular los hallazgos teóricos y regulatorios con la evidencia empírica en el contexto educativo español.

Según datos oficiales, el universo de referencia está formado por 17.555 estudiantes matriculados en programas de educación superior relacionados con videojuegos, animación y diseño digital en España, correspondientes a los niveles 1, 2 y 3 de MECES. Con base a este marco, se utilizó una muestra de 387 estudiantes (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, 2024; Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes, 2024; Educaweb, 2025).

De acuerdo con los estándares metodológicos habituales en la investigación social (Cea D'Ancona, 2001), este tamaño de muestra nos permitió trabajar con un nivel de confianza del 95% y un margen de error de aproximadamente $\pm 4,84\%$, situando los datos dentro de los parámetros aceptados para estudios de este tipo.

La muestra presenta un perfil educativo homogéneo. La distribución por edades se concentró principalmente entre 18 y 23 años, con una distribución equilibrada por género cercana al 50% y trayectorias previas uniformes, principalmente de educación secundaria superior y formación profesional intermedia. Esta baja dispersión en variables sociodemográficas clave refuerza la solidez de la interpretación de los resultados (Ibáñez, 1979). Por lo tanto, los resultados deben entenderse como una aproximación estadísticamente válida del estado del conocimiento, actitudes y prácticas respecto a la accesibilidad y la CVD entre los estudiantes de los programas de grado analizados.

A efectos analíticos, algunas titulaciones afines se agruparon en categorías más amplias para facilitar la presentación de resultados y evitar una fragmentación excesiva de la muestra. En concreto, las enseñanzas vinculadas a diseño multimedia, ilustración, publicidad, experiencia de usuario y otras áreas próximas se integraron en la categoría “áreas de creación audiovisual y gráfica”. Asimismo, la presencia de estudiantes de máster fue minoritaria y se incorporó en agrupaciones afines cuando resultó pertinente. Esta reclasificación se aplicó exclusivamente con fines descriptivos y se mantuvo de forma consistente en los análisis posteriores.

3.1 Instrumento

La recogida de datos se realizó en la Universidad de Diseño, Innovación y Tecnología (UDIT) de Madrid (España) e incluyó a estudiantes de los programas de grado en Diseño y Desarrollo de Videojuegos y Entornos Virtuales, Animación, Creación Audiovisual y Gráfica, así como estudiantes de Ciclos de Formación Superior (CFGS) en Animación 3D, Juegos y Entornos Interactivos y, en menor medida, másteres relacionados con diseño digital y Experiencia de Usuario. Esta amplitud formativa ofrece una visión representativa del conocimiento sobre CVD en la educación creativa. Se distribuyó un cuestionario en línea compuesto por 27 preguntas diseñado ad hoc. El instrumento fue revisado por dos investigadores expertos y probado en piloto con cinco estudiantes para validar el contenido. La encuesta se organizó en bloques relacionados con el conocimiento de la CVD, la percepción de su impacto en las disciplinas visuales, la formación en accesibilidad y el uso de herramientas específicas. El cuestionario incluía preguntas de opción múltiple, escalas de Likert, preguntas dicotómicas cerradas y preguntas abiertas que se administraron mediante formulario online (Microsoft Forms).¹ Los datos

¹ Formulario del cuestionario (Microsoft Forms):

https://forms.office.com/Pages/AnalysisPage.aspx?AnalyzerToken=SFgYopGN0k6TslailBXmEQKUF2pWv900&id=k2wSJyNVTEyWxh-OW2_Qe1HX_sPvthMj7gJfJlcQN1UQTVUU1MySkk3SIJXRUXBUVU4TORCUzZLTi4u

anonimizados y materiales del estudio están disponibles en abierto en el repositorio indicado en Referencias (Campos-Baello & Alonso, 2025). Se estructuró en cuatro bloques analíticos: a) caracterización de la muestra y prevalencia declarada de CVD; b) conocimiento conceptual sobre la condición y su prevalencia; c) percepción de su impacto en disciplinas visuales y valoración de la accesibilidad cromática; y d) formación recibida, consideración de la accesibilidad en proyectos y uso de herramientas específicas. Esta organización permitió vincular de forma explícita cada bloque con los objetivos del estudio.

3.2 Análisis de datos

Se realizaron análisis descriptivos (frecuencias y porcentajes) y cruces bivariados entre variables del cuestionario. Para evaluar la asociación entre variables categóricas se aplicó la prueba de chi-cuadrado de independencia (χ^2 de Pearson). Con el fin de asegurar la validez del contraste, en aquellos ítems con múltiples categorías se realizaron agrupaciones conceptualmente equivalentes cuando fue necesario para evitar celdas con frecuencias esperadas reducidas. En los cruces principales se reportaron χ^2 , grados de libertad (gl), p y el tamaño del efecto (V de Cramér).

3.3 Procedimiento

La encuesta se realizó durante el curso académico 2025 mediante un enlace en línea distribuido en las aulas y por correo electrónico institucional, para invitar a la participación voluntaria. Los investigadores facilitaron el acceso al cuestionario en programas de grado, máster y formación profesional superior. Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de UDIT.

4. Resultados

Como se indicó anteriormente, 387 estudiantes completaron los cuestionarios. Los resultados permitieron caracterizar tanto el perfil sociodemográfico de la muestra como su nivel de conocimiento y experiencia en relación con las CVD y la accesibilidad en los procesos de creación digital. Además de los porcentajes

descriptivos, las asociaciones entre variables se contrastaron mediante χ^2 de Pearson.

Los resultados se presentan en función de los objetivos planteados, priorizando el análisis del conocimiento, la percepción y la formación del alumnado en relación con la CVD y la accesibilidad cromática. La prevalencia declarada de CVD se incluye como dato descriptivo complementario para contextualizar la muestra.

4.1 Perfil sociodemográfico

La Tabla 1 muestra los perfiles sociodemográficos de los participantes. La mayoría de los participantes tenían entre 18 y 20 años (65,4%) o entre 21 y 23 años (24,5%). El grupo de edad de 24 a 26 años (8,0%) y los mayores de 27 años (1,8%) eran minoría, reflejando un alumnado principalmente en las primeras etapas de la educación superior. La distribución por género era equilibrada: el 51,4% eran mujeres, el 45,2% hombres y el 3,4% no binarios u otras opciones.

En cuanto a sus estudios previos, el 75,5% de los participantes habían completado la educación secundaria superior o ciclos de grado medio, el 13,2% habían completado la educación universitaria y el 11,4% habían completado ciclos formativos de grado superior. En cuanto al programa estudiado, el 37,7% cursaba el grado en Videojuegos, el 23,0% en grados en Creación Audiovisual y Gráfica, y el 16,8% el grado en Animación. Aproximadamente el 13,2% estaba matriculado en ciclos formativos de grados superior en animación 3D, juegos y entornos interactivos, mientras que el 9,3% restante estaba distribuido en otras áreas relacionadas con el diseño y la comunicación.

Tabla 1 Perfil sociodemográfico de la muestra.

VARIABLE	CATEGORÍAS	N	%
EDAD	17-20 años	254	65.4 %
	21-23 años	95	24.5 %
	24-26 años	31	8.0 %

	≥ 27 años	7	1.8 %
GÉNERO	Femenino	199	51.4 %
	Masculino	175	45.2 %
	No binarios / Otras identidades	13	3.4 %
ESTUDIOS	Ciclo de Formación de Secundaria / CFGM	292	75.5 %
PREVIOS	(Ciclo formativo de Grado Medio)		
	Título universitario	51	13.2 %
	CFGS (Ciclo Formativo de Grado Superior)	44	11.4 %

4.2 Prevalencia de la deficiencia en la visión del color

Como parte de la caracterización descriptiva de la muestra, se recogió la prevalencia declarada de CVD entre los participantes. Este dato se presenta con carácter complementario, ya que el objetivo principal del estudio se centra en el conocimiento, la percepción y la formación sobre accesibilidad cromática. El 2,6% del total reportó tener CVD, según la Tabla 2, mientras que el 97,4% no reportó ninguna condición.

El análisis por sexo mostró un 8% en hombres, en línea con la media poblacional (8-10%) y un 5% en mujeres, claramente por encima del 1% esperado. La mayoría de las mujeres que reportaron tener CVD no especificaron el subtipo o no tenían un diagnóstico confirmado. Al considerar solo a dos estudiantes que informaron haberse sometido a pruebas, la prevalencia femenina cayó a aproximadamente el 1%, que está cerca del valor epidemiológico real. Estos datos indican que, aunque los hombres son coherentes con la tendencia poblacional, los resultados para las mujeres deben interpretarse con precaución.

Un análisis de la distribución de las CVD por programas de formación reveló una concentración notable en el Grado en Videojuegos. De los 25 estudiantes que declararon presentar la condición, el 40% estaban matriculados en este programa, mientras que el 36% se dividía entre el Grado en Animación (16%) y los grados en

Creación Audiovisual y Gráfica (20%). En ciclos formativos de grado superior en animación 3D, juegos y entornos interactivos, la proporción alcanzó el 20%, y el 4% restante correspondió a otros grados relacionados con el diseño. No obstante, dado que el estudio no diseñó variables específicas para medir diferencias curriculares, exigencias cromáticas ni factores de elección académica, estas variaciones deben interpretarse con cautela y únicamente en términos exploratorios.

Tabla 2 Distribución de estudiantes con CVD por programa formativo.

PROGRAMA DE FORMACIÓN	CON CVD	% DE CVD
GRADO EN VIDEOJUEGOS	10	40.0 %
GRADOS EN ÁREAS DE CREACIÓN AUDIOVISUAL Y GRÁFICA	5	20.0 %
GRADO EN ANIMACIÓN	4	16.0 %
CFGS ANIMACIÓN 3D, JUEGOS Y ENTORNOS INTERACTIVOS	5	20.0 %
OTRO	1	4.0 %

4.3 Conocimiento de la prevalencia

La Tabla 3 muestra la comparación entre las respuestas de los participantes respecto a la prevalencia de CVD y los datos epidemiológicos reales por sexo. Las respuestas sobre el conocimiento personal de la deficiencia en la visión del color se cruzaron con las estimaciones de prevalencia en poblaciones masculinas (P11) y femeninas (P12).

En el caso de los hombres, cuya incidencia real está entre el 8 y el 10%, los resultados muestran un desconocimiento generalizado. Solo el 24% de los encuestados con discromatopsia (6 de 25) identificaron correctamente este rango, y la misma proporción se registró entre quienes no la tenían (76 de 315). La mayoría

tiende a subestimar la incidencia, situándola entre el 5 y el 7%, o a sobreestimarla en intervalos superiores al 10%.

Estas diferencias eran mayores en mujeres, cuya prevalencia real es inferior al 1%. Entre los estudiantes con discromatopsia, el 44% (11 de 25) respondió correctamente, frente a solo el 16,8% (53 de 315) de los que no tenían CVD. En este último grupo, la estimación más frecuente situó erróneamente la prevalencia entre el 1% y el 5% (36% de las respuestas), mostrando una sobreestimación sistemática de la condición en mujeres por parte de aquellas sin CVD. La condición de tener esta deficiencia no se traduce en un mayor conocimiento sobre su prevalencia en hombres, aunque se asocia con un mayor grado de precisión debido a su baja incidencia en mujeres. En ambos grupos, la tasa de error fue alta, lo que indica una falta de información específica incluso entre quienes informan tener esta alteración.

Tabla 3 Conocimiento sobre la prevalencia de CVD por condición.

ESTADO	GRUPO (N)	% PREVALENCIA MASCULINA CORRECTA	% PREVALENCIA CORRECTA FEMENINA	TENDENCIA DE ERROR
PERSONAS CON CVD	25	24.0 %	44.0 %	Prevalencia masculina subestimada
PERSONAS SIN CVD	315	24.0 %	16.8 %	Sobreestimación de prevalencia femenina (1-5 %)

4.4 Conocimientos previos y actuales

Para explorar diferencias en el conocimiento conceptual, la declaración del conocimiento previo (P13) se cruzó con la definición correcta de CVD (P15).

La definición válida describe la Deficiencia en la Visión del Color como una condición visual genética causada por alteraciones en los conos de la retina que también puede adquirirse por enfermedad o daño en el ojo, nervio óptico o cerebro.

Entre quienes afirmaron estar familiarizados con ella (n = 367), el 50,4% eligió la definición correcta y el 49,6% eligió opciones incorrectas. Entre estos, el más frecuente fue “un trastorno que podía corregirse mediante cirugía” (33,0%), seguido de “enfermedad progresiva” (8,4%) y la conceptualización como “un trastorno psicológico” (7,1%). Entre quienes no estaban familiarizados (n = 20), ninguno respondió a la cuestión conceptual, lo que impidió la comparación directa.

Estos resultados sugieren que declarar conocimientos previos está asociado a una mayor disposición a responder, pero no garantiza la precisión conceptual; aproximadamente la mitad de quienes dijeron saber sobre la CVD no identificaron correctamente su definición.

4.5 Eficacia de la formación recibida

La relación entre haber recibido información sobre la deficiencia en la visión del color (P19) y la capacidad de identificar la definición correcta mostró una mejora notable: el 55,1% de quienes recibieron la información respondieron correctamente (103 de 187) frente al 45,6% de quienes no la recibieron (82 de 180). En otras palabras, la exposición a la información se asocia con un aumento de $\approx 9,5$ puntos en las respuestas correctas.

En el caso de la formación específica (P22), los datos mostraron un patrón similar: el 55,3% de quienes informaron haberla recibido respondieron correctamente (52 de 94) frente al 48,7% de quienes no la recibieron (133 de 273), lo que representa un aumento de $\approx 6,6$ puntos.

Aunque la mejora fue constante, las altas tasas de error persistieron (44,9% en el grupo informado y 44,7% en el grupo entrenado), lo que sugiere que la formación actual era insuficiente para consolidar un conocimiento conceptual sólido.

4.6 Conocimiento y aplicación en proyectos

Se analizó la relación entre la autopercepción al considerar a personas con discromatopsia en proyectos (P20) y el conocimiento sintomático (P14).

En total, el 83,7% de los estudiantes (307 de 367) identificó correctamente que los síntomas incluían dificultad para distinguir colores, especialmente entre tonos rojos y verdes, y entre tonos azules y amarillos.

Por categoría, la tasa de éxito fue del 79,2% entre quienes respondieron "Sí, siempre" (19 de 24), 81,6% entre quienes respondieron "A veces" (71 de 87), 83,3% entre quienes respondieron "Casi nunca" (115 de 138) y 73,9% entre quienes respondieron "No, nunca" (102 de 138).

Las diferencias fueron moderadas y deben interpretarse con cautela debido al pequeño tamaño de la muestra del grupo que siempre aplicó accesibilidad (n=24). En general, no existía una correspondencia lineal entre la aplicación declarada y el conocimiento conceptual, lo que sugiere que la incorporación de prácticas de accesibilidad por sí sola no garantiza una comprensión sólida de los fundamentos de la CVD.

4.7 Percepción de la accesibilidad

La mayoría calificó como "muy importante" o "bastante importante" que los proyectos de diseño sean accesibles para personas con CVD. Coherentemente, más del 80% expresó interés en recibir formación adicional sobre este tema.

4.8 Respuestas abiertas

En respuesta a la pregunta "Justifica tu respuesta con relación a si tus proyectos de estudio tienen en cuenta el daltonismo" (n=21), las respuestas muestran una clara polarización.

Entre quienes respondieron negativamente a la Pregunta 20 (No, nunca + Casi nunca, 276 respuestas), la justificación se centró en la falta de formación específica y la ausencia de directrices didácticas. Entre quienes respondieron afirmativamente (A veces + Sí, siempre, 111 respuestas), las razones apuntaban a iniciativas específicas o a la conciencia personal entre los estudiantes, más que a una integración sistemática en los programas.

En las preguntas sobre el uso de herramientas (23 y 25), solo 28 estudiantes dijeron que habían utilizado opciones de vista previa, como las disponibles en Adobe Photoshop y Adobe Illustrator, o recursos similares (en comparación con los

359 que nunca lo habían hecho). Solo 19 participantes informaron de haber utilizado simuladores externos, como Coblis o extensiones de navegador, para verificar la accesibilidad de sus proyectos (frente a 368 respuestas negativas). Aunque se mencionaron filtros integrados en algunos programas de diseño, la mayoría de los estudiantes reconoció que no habían utilizado ningún recurso específico.

Estos resultados sugieren la conveniencia de integrar el contenido conceptual sobre las deficiencias de la visión del color (por ejemplo, síntomas y límites de la percepción del color) con criterios de diseño accesibles y herramientas para actividades evaluables. Esto permitiría comparar la autopercepción de la aplicación con evidencias objetivas de competencia, reduciendo la brecha entre el conocimiento declarado y el rendimiento observable, y promoviendo la transferencia de este conocimiento a la práctica de diseño.

Los outputs completos de los análisis (tablas de contingencia y estadísticos) se encuentran disponibles en el repositorio citado en Referencias (Campos-Baello & Alonso, 2025).

5. Discusión

5.1 Interpretación de la prevalencia advertida

Los datos de la muestra reflejan que la prevalencia global ponderada de CVD identificada en la muestra total ($N=387$) fue del 6,5% ($n=25$). Este valor integra el 8% de incidencia declarado por los varones y el 5% referido por las mujeres. Aunque la cifra global se sitúa cerca de la media poblacional estándar, el análisis segmentado revela una distorsión significativa en el grupo femenino (8% en hombres y 0,5% en mujeres), según indica el National Eye Institute (2025). Esta diferencia puede explicarse por los pesos específicos de los grados analizados, ya que los grados con mayor dependencia del color tienden a tener menos estudiantes con CVD (Holanda & Araújo-Santos, 2024). Estos datos deben interpretarse con cierta reserva, ya que no constituyen el eje central del estudio, sino un elemento

descriptivo complementario.

Entre las mujeres, la proporción registrada en la encuesta fue mayor que la reportada en los estudios epidemiológicos, que apenas alcanzó el 0,5%. Aunque este hallazgo debe tratarse con cautela, puede estar relacionado con dos factores: por un lado, la confusión en la autopercepción de la condición debido a no haberse sometido a pruebas clínicas; por otro lado, la posibilidad de que algunos estudiantes tengan formas de CVD como la tritanomalía, cuyo porcentaje se distribuye de forma más uniforme entre los sexos (National Eye Institute, 2025). No obstante, los datos confirman la necesidad de mejorar la detección y el diagnóstico en entornos educativos, donde el conocimiento sobre el tipo específico de alteración de la visión del color sigue siendo muy limitado.

De hecho, el cuestionario reveló que solo una minoría de estudiantes sabía exactamente qué variante de CVD tenían ($n=25$), y aún menos se habían sometido a pruebas confirmatorias ($n=12$). Esta falta de autoconciencia no es anecdótica; coincide con los hallazgos de Agromayor-Otero (2024), quien, en un estudio con estudiantes universitarios españoles, también detectó una baja tasa de diagnóstico formal a pesar de una prevalencia cercana al 10%. En nuestro caso, esta brecha diagnóstica dificulta tanto la integración de estrategias de accesibilidad personalizadas como la generación de conciencia colectiva en los entornos educativos.

5.2 Análisis exploratorio de la distribución por titulaciones

Durante el análisis de los datos se identificó un patrón no previsto inicialmente en los objetivos del estudio, relacionado con la distribución de los casos declarados de CVD entre las distintas titulaciones. Este hallazgo, de carácter emergente, se consideró relevante y motivó un análisis exploratorio complementario. No obstante, dado que el diseño metodológico no contemplaba variables específicas para evaluar factores como la elección académica o las exigencias cromáticas de cada disciplina, los resultados que se presentan a continuación deben interpretarse con prudencia y se plantean como una aproximación preliminar que requiere un estudio específico en futuras investigaciones.

El análisis de la distribución de estudiantes con discromatopsia mostró un

patrón claro: el 40% de los casos se concentraron en el grado en Diseño y Desarrollo de Videojuegos y Entornos Virtuales, mientras que los grados en Animación, Audiovisual y Creación Gráfica fueron mucho menores, con un 16% y un 20%, respectivamente. Los ciclos de formación superior en Animación 3D, Juegos y Entornos Interactivos representa el 20%, mientras que el 4% restante correspondía a diversos títulos relacionados con el diseño.

Este hallazgo es especialmente importante porque sugiere una forma de autoselección vocacional. En los grados donde el color es un recurso narrativo primordial (como animación o estudios audiovisuales), la proporción de estudiantes con CVD fue menor de lo esperado. En cambio, el grado en videojuegos, donde existen vías vinculadas a la programación, motores gráficos y diseño técnico que dependen menos del color, tienen un número mayor de estudiantes con alteración de la percepción cromática.

Estudios previos también informaron de esta tendencia. Pijoán-Aguadé (1975) observó que algunos estudiantes con CVD evitaban carreras donde el color es esencial, mientras que estudios más recientes en contextos latinoamericanos indican que los estudiantes con discromatopsia se concentran en disciplinas donde los requisitos de color son menos críticos, como las ciencias de la salud y las humanidades (Holanda & Araújo-Santos, 2024). De manera similar, Arnedillo Pala *et al.* (2024) y Hernan Estaun Hernández *et al.* (2025) destacan que muchas personas con CVD orientan sus elecciones profesionales hacia campos técnicos o analíticos, donde la percepción del color no es esencial para minimizar el impacto de sus limitaciones perceptivas.

En este sentido, la sobrerrepresentación de estudiantes con CVD en el Grado en Diseño y Desarrollo de Videojuegos y Entornos Virtuales podría estar relacionada con distintos factores, si bien el presente estudio no permite establecer conclusiones sobre su origen. Aunque el porcentaje global en la muestra (6,5%) es algo inferior al estándar epidemiológico, dentro del Grado en Videojuegos la proporción se sitúa prácticamente en línea con el 8% estimado internacionalmente para hombres. Esta distribución, observada de forma descriptiva, se plantea como una posible línea de investigación futura orientada a analizar la relación entre la

CVD y la elección de estudios en disciplinas donde el color desempeña un papel relevante. Lo que refuerza la idea de que la accesibilidad al color no debe entenderse únicamente como un problema externo para el público consumidor, sino también como una necesidad interna para los propios estudiantes y futuros profesionales en estos sectores.

5.3 Brecha entre el conocimiento declarado y el conocimiento real

En línea con los objetivos principales del estudio, uno de los resultados más destacados de este estudio es la diferencia entre el conocimiento declarado y el conocimiento real de la deficiencia en la visión del color. Aunque la mayoría de los estudiantes afirmaba estar familiarizado con el concepto antes de comenzar sus estudios, los resultados de las preguntas de validación conceptual mostraron una alta tasa de error. De hecho, aproximadamente la mitad de quienes afirmaban conocer la CVD no identificó correctamente su definición o etiología, y un porcentaje significativo tenía creencias erróneas como la idea de que es un trastorno psicológico o que puede corregirse mediante cirugía.

Este patrón coincide con observaciones de otros contextos académicos. Westin (2024) y Salvador-Ullauri (2021) demostraron que la alfabetización en accesibilidad cromática suele ser superficial y que los estudiantes tienden a confundir la CVD con problemas oftalmológicos corregibles. De manera similar, en un entorno universitario español, Agromayor-Otero (2024) descubrió que, incluso cuando existía cierto grado de conocimiento sobre su prevalencia, persistían concepciones inexactas sobre su naturaleza genética y limitaciones de tratamiento.

La brecha identificada en la muestra analizada es especialmente significativa porque pone de manifiesto que la exposición informal al concepto no garantiza un aprendizaje sólido. En otras palabras, conocer el término "daltonismo" no equivale a comprender lo básico de una condición ni sus implicaciones funcionales. Esta descoordinación entre conocimientos superficiales y validados confirma la necesidad de incorporar contenido específico y sistemático en la formación que abarque tanto las dimensiones clínicas y perceptivas, como sus aplicaciones en el diseño y desarrollo digital.

5.4 Impacto de la formación recibida

El cruce de variables sobre formación previa y precisión conceptual muestra que recibir información o formación específica mejora ligeramente los resultados, pero no elimina la brecha conceptual. Quienes informaron haber recibido información sobre las CVD lograron una tasa de éxito del 55,1% al definirla correctamente, en comparación con el 45,6% de quienes no recibieron información. Se observó una tendencia similar en relación con la formación específica: el porcentaje de respuestas correctas fue del 55,3% en el grupo entrenado frente al 48,7% en quienes no habían recibido instrucción.

Estas diferencias, aunque moderadas, confirman que la formación tiene un efecto positivo y que el impacto actual es limitado. La persistencia de tasas de error cercanas al 45-50% revela que la forma en que se transmite esta información es insuficiente para generar un conocimiento sólido y transferible.

En el caso de UDIT, actualmente no existe formación formal o sistemática sobre accesibilidad a las deficiencias de visión del color en el currículo. Esto significa que la "formación" que los estudiantes reportan haber recibido puede provenir de talleres puntuales, recursos informales o iniciativas externas, y no necesariamente de un programa académico completo. Por lo tanto, ni la calidad ni la adecuación estaban garantizadas. En este sentido, el hecho de haber recibido formación no asegura que ésta sea completa; siguen apareciendo fallos conceptuales, lo que evidencia que hace falta un planteamiento curricular más firme y constante. Los datos apuntan a que no basta con una exposición puntual a contenidos sobre la CVD; es necesaria una integración real en los planes de estudio que combine teoría y práctica a través de ejercicios evaluables. De este modo, la formación dejará de verse como algo anecdótico para pasar a ser una competencia transversal dentro del diseño inclusivo.

5.5 Implicaciones educativas y brecha normativa

Los hallazgos de este estudio muestran una contradicción evidente: si bien la Ley Europea de Accesibilidad (Level Access, 2024) obliga de forma vinculante a asegurar la accesibilidad visual en el entorno digital, la enseñanza universitaria en

diseño, animación y videojuegos todavía no capacita al alumnado para cumplir con esta exigencia. Se hace patente, así, una distancia real entre lo que marca la ley y las destrezas que se adquieren en las aulas.

Tal como se ha expuesto antes, el sector ha empezado a avanzar de forma decidida hacia la accesibilidad cromática. Entre los casos citados destaca Chroma, la utilidad de Ubisoft (Ubisoft, 2025b) abierta ahora a toda la comunidad, o la llegada de modos específicos para CVD en grandes producciones como *League of Legends* o *Destiny* (Riot Games Support, s.f.). Estos ejemplos son clave porque evidencian la distancia que separa los logros del mundo profesional de una formación universitaria donde estas prácticas aún no se han integrado de forma reglada. En esta línea, Pinheiro *et al.* (2023) plantean el uso de simuladores de CVD como recursos de aprendizaje y control en la creación de videojuegos, demostrando que este tipo de estrategias ayuda a localizar fallos en el uso del color y logra que los equipos de diseño estén mucho más concienciados.

Por el contrario, el entorno educativo no ha avanzado a la misma velocidad. Los planes de estudio analizados, tanto en la UDIT como en otros ámbitos internacionales, reflejan una falta casi absoluta de contenidos reglados sobre accesibilidad cromática. Esta carencia implica que los nuevos profesionales podrían acceder al mercado laboral sin las destrezas básicas para cumplir con las leyes vigentes o para atender a las demandas sociales en materia de inclusión.

Es importante indicar que la idea de añadir un tema específico no es una mera reflexión teórica, existen referentes claros en la investigación internacional. Westin (2024), por ejemplo, planteó un esquema curricular completo para la accesibilidad en videojuegos dentro de la enseñanza superior, estructurado en módulos que enlazan teoría, práctica y sistemas de evaluación. Un modelo de este tipo refuerza la tesis de que no es suficiente con tratar la accesibilidad del color de manera tangencial en las materias actuales; lo viable y necesario es organizar un espacio propio dentro del programa docente. Contar con un bloque formativo permitiría al alumnado obtener capacidades reales y útiles, alineadas con las exigencias de la normativa europea y las necesidades de la industria. Así, la universidad no solo cumpliría con un imperativo legal, sino que impulsaría una

transformación estructural en el diseño, la animación y los videojuegos, logrando que el color funcione como un recurso plenamente inclusivo.

5.5.1. Deficiencias detectadas

El análisis realizado muestra una carencia estructural tanto en la universidad como en los ciclos formativos de grado superior (CFGS) respecto a la accesibilidad para personas con CVD. Pese a que una parte del alumnado afirma haber estudiado el tema, los datos indican que esos contenidos no aseguran una comprensión real ni una capacidad de aplicación práctica suficiente. Esto apunta a que la enseñanza recibida ha sido fragmentada, puntual y sin una integración clara en los planes de estudio. Del mismo modo, se observa una falta de sintonía entre las exigencias legales y la preparación académica. Aunque la Ley Europea de Accesibilidad de 2025 (Level Access, 2024) obliga a garantizar la accesibilidad visual y la industria ya aplica soluciones concretas, esta desconexión limita la preparación de los futuros profesionales y deja clara la falta de formación en cuanto al uso accesible del color.

5.5.2. Relevancia para el diseño de planes docentes y contenidos curriculares

Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de incorporar la accesibilidad del color en la educación formal. Esto no es un añadido opcional, sino un requisito directamente vinculado a la normativa europea vigente y a las demandas de la industria creativa. Angerbauer *et al.* (2022) advirtieron que los avances técnicos en accesibilidad no tienen sentido si no van acompañados de una cultura inclusiva y participativa en la que las personas con discapacidad visual formen parte activa del proceso de investigación y diseño.

Incluir módulos específicos sobre accesibilidad para personas con alteración de la visión del color permitiría integrar criterios de diseño inclusivo desde las primeras etapas del proceso creativo, en lugar de relegarlos a ajustes posteriores. Esto implica enseñar a los estudiantes a probar sus proyectos utilizando simuladores de CVD, aplicar patrones alternativos y diseñar esquemas de color que funcionen para todos los usuarios. Además, estas habilidades pueden incorporarse

a materias clave relacionadas con la teoría del color, el diseño de interfaces y la producción audiovisual.

5.6 Propuestas concretas para la docencia

Los resultados de este estudio confirman que no es suficiente introducir la accesibilidad al color mediante referencias aisladas o actividades específicas en general. Aunque un enfoque transversal es deseable, el alcance del reto y la normativa actual de la Unión Europea sugieren un enfoque mucho más estructural.

La Ley Europea de Accesibilidad de 2025 (Level Access, 2024) estipula que todos los productos y servicios digitales deben ser accesibles para personas con deficiencias en la visión del color. Ignorar este requisito en la formación de futuros profesionales no solo compromete la calidad educativa, sino que también expone a la industria a grandes penalizaciones económicas y a una pérdida de competitividad internacional.

En este sentido, se han identificado varias líneas de acción:

- a) Incluir la accesibilidad del color como una habilidad transversal en materias clave o módulos de formación con contenido práctico y evaluable para asegurar la adquisición de sólidas habilidades en accesibilidad al color.
- b) Incorporar el uso de herramientas de simulación y pruebas en el trabajo práctico que permita a los estudiantes evaluar sus proyectos desde la perspectiva de los usuarios con CVD.
- c) Formar a los profesores en accesibilidad visual, evitando enseñanzas que dependan exclusivamente de la conciencia individual.
- d) Aprovechar los recursos ya disponibles en la industria.

Estas medidas deberían implementarse a corto plazo, sin necesidad de rediseñar completamente los planes de estudio.

6. Conclusiones y trabajos futuros

Los resultados de este estudio ponen de manifiesto la existencia de una brecha significativa entre el conocimiento declarado por el alumnado y su comprensión

real de la deficiencia en la visión del color, así como una limitada aplicación de criterios de accesibilidad cromática en el desarrollo de proyectos académicos. Aunque una parte de los estudiantes afirma haber recibido formación previa, persisten errores conceptuales básicos y el uso de herramientas específicas sigue siendo reducido, lo que sugiere que la formación actual no resulta suficiente ni sistemática.

A su vez, se observa una alta valoración de la importancia de la accesibilidad cromática y un interés generalizado por recibir mayor formación en este ámbito, lo que refuerza la necesidad de integrar estos contenidos de manera más estructurada en los planes de estudio de las disciplinas de creación visual.

La prevalencia declarada de CVD en la muestra y su distribución entre programas se presentan como resultados descriptivos complementarios. Pese a que se observan ciertas diferencias entre titulaciones, éstas no permiten establecer conclusiones sobre procesos de autoselección académica ni sobre la relación entre la CVD y las características de cada disciplina, por lo que constituyen una línea de investigación futura.

La brecha en la formación es especialmente problemática cuando la Ley Europea de Accesibilidad de 2025 (Level Access, 2024) exige que los productos y servicios digitales incorporen los criterios de accesibilidad visual. Aunque la industria del diseño de videojuegos y web comienza a responder con iniciativas concretas, como las de Ubisoft (2025a), Riot Games (s.f.) y Bungie (s.f.), el problema aún no se ha asumido sistemáticamente en universidades y ciclos superiores de formación profesional.

Las principales contribuciones de esta investigación son dos: primero, ofrece una base empírica sin precedentes en el contexto universitario de tecnologías creativas e interactivas en el ámbito español, que cuantifican la prevalencia y percepción de la CVD; y segundo, señala la posible necesidad de una respuesta académica estructural. No basta con hacer menciones puntuales o acciones de sensibilización ocasionales. Resulta recomendable incorporar temas o módulos específicos sobre accesibilidad cromática para capacitar a futuros profesionales en diseño inclusivo. Cabe recordar que el incumplimiento de la normativa europea no

solo dificultará la inclusión, sino que acarreará sanciones económicas para las empresas. Aunque las instituciones educativas no tengan una obligación legal directa, son las encargadas de formar a quienes se incorporarán al mercado laboral a corto plazo. Formar al alumnado en accesibilidad cromática no es una cuestión opcional, sino que constituye una responsabilidad compartida con la sociedad y el tejido productivo.

No se trata solo de concienciar, sino también de establecer espacios curriculares definidos. Iniciativas internacionales, como la de Westin (2024) con sus módulos didácticos sobre accesibilidad en videojuegos para la enseñanza superior, señalan que apostar por contenidos específicos es una estrategia viable para preparar a los nuevos perfiles profesionales.

Agradecimientos,

Los autores reconocen el uso de herramientas basadas en IA que proporcionaron asistencia lingüística y estilística durante la preparación de este estudio. Específicamente, ChatGPT (OpenAI, modelo GPT-5.1) se utilizó para refinamiento estilístico, correcciones gramaticales y ajustes en el tono y la estructura de párrafos; Esta herramienta se empleaba únicamente para mejorar la claridad, coherencia y legibilidad del manuscrito. Todo el contenido técnico, análisis y conclusiones son responsabilidad de los autores.

Referencias

- Adobe. (s.f.). *Adobe Color*. <https://color.adobe.com/es/create/color-contrast-analyzer>
- Agromayor-Otero, M. (2024). *Prevalencia del daltonismo en la Facultad de Ciencias de la Universidad de A Coruña*. A Coruña: Repositorio da Universidade da Coruña.
<https://ruc.udc.es/entities/publication/8b49b0a2-83a5-4bfe-a721-647709b579a9>
- Alcaraz-Martínez, R., Ribera, M., Adeva-Fillol, A., & Pascual-Almenara, A. (2024). Enhancing statistical chart accessibility for people with low vision:

- insights from a user test. *Universal Access in the Information Society*, 1-39. <https://doi.org/10.1007/s10209-024-01111-4>
- Angerbauer, K., & Sedlmair, M. (2022, October). Toward inclusion and accessibility in visualization research: Speculations on challenges, solution strategies, and calls for action (position paper). (IEEE, Ed.) *In 2022 IEEE Evaluation and Beyond-Methodological Approaches for Visualization (BELIV)*, 20-27. <https://doi.org/10.1109/BELIV57783.2022.00007>
- Angerbauer, K., Rodrigues, N., Cutura, R., Öney, S., Pathmanathan, N., Morariu, C., Weiskopf, D., & Sedlmair, M. (2022). Accessibility for color vision deficiencies: Challenges and findings of a large scale study on paper figures. *Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-23. <https://doi.org/10.1145/3491102.3502133>
- Arnedillo Pala, A., Calleja Tarragual, C., Gómez Llarena, M., Sánchez Prado, M., López López, S., & Lázaro García, A. (2024). Daltonismo, desafíos de la vida diaria. *Revista Ocronos*, 7(11), 109. <https://revistamedica.com/daltonismo-desafios-vida-diaria/>
- Bungie Help. (s.f.). *Destiny 2: Colorblind mode settings*. <https://help.bungie.net/hc/en-us/articles/360049202171>
- Campos-Baello, E. (2024). Heurísticas para la mejora de la accesibilidad para personas con CVD (deficiencia de la visión del color) en el diseño de color en videojuegos. En V. M. Vérez (Ed.), *Las prácticas artísticas: un camino para la transformación socio-educativa* (Vol. 210, pp. 880-908). Dykinson.
- Campos-Baello, E., & Alonso, D. (2025). *ColorBlindness_Perception_UniversityStudents_2025* (Version 3) [Data set]. Mendeley Data. <https://doi.org/10.17632/93srbbjk8w.3>
- Campos-Baello, E., & Santín-Álvarez, E. (2025). Daltonismo y cine de animación: hacia una narrativa cromática accesible. *Con A de Animación*, 21. <https://doi.org/10.4995/caa.2025.21704>
- Cea D'Ancona, M. (2001). *Metodología cuantitativa: Estrategias y técnicas de investigación social*. Síntesis.

- Csillag, P., Lupinacci, A., & Hirschler, R. (2018). Colour Education in Brazilian Universities: a focus on design courses in the state of São Paulo. *Journal of the International Colour Association*, 22, 4-14.
- DEV. (2022). *Libro Blanco del Desarrollo Español de Videojuegos 2022*. Asociación Española de Empresas Productoras y Desarrolladoras de Videojuegos. DEV. <https://www.dev.org.es/libroblanco>
- DIBOOS. (2024). *Libro Blanco de la Animación y VFX 2024*. Federación Española de Asociaciones de Productoras de Animación; Secretaría de Estado de Telecomunicaciones - Spain Audiovisual Hub. <https://spainaudiovisualhub.mineco.gob.es/es/sector/animacion/Paginas/libros-blancos.aspx>
- Educaweb. (2025, Mar. 27). *Los ciclos de FP de Imagen y Sonido más demandados por los estudiantes*. <https://www.educaweb.com/noticia/2025/03/27/fp-imagen-sonido-cifras-ciclos-eligen-mas-estudiantes-21788/>
- Estaun Hernández, G., Albajar Pérez, M., Jiron Chavarría, S., Forcada Leciñera, B., Dionisio Marín, S., & Martínez Lahuerta, M. (2025). Daltonismo, implicaciones. *Revista Ocronos*, 8(1), 588. <https://revistamedica.com/daltonismo-implicaciones/>
- Geddes, C. (2021). Thirty years of solving the wrong problem: How recolouring tools fail to address color blindness. *Visible Language*, 55(2), 39-65.
- Goethe. (2008). *Teoría de los colores*. Consejo General de la Arquitectura Técnica de España; Albaladejo Libros.
- Holanda, Í., & Araújo-Santos, T. (2024). Identificação de casos de daltonismo na comunidade acadêmica de Barreiras. *Revista Medicina (USP)*, 57(1). <https://revistas.usp.br/rmrp/article/download/217330/213211/753235>
- Huerta, R. (2022). La educación artística de la era digital: Color, imagen y diversidad cultural. *Arte, Individuo y Sociedad*, 34(2), 353-370. <https://doi.org/10.5209/aris.73456>
- IAB Spain. (2025). *Estudio anual de redes sociales 2025*. <https://iabspain.es/estudio/estudio-anual-de-redes-sociales-2025/>

- Ibáñez, J. (1979). *Más allá de la sociología. El grupo de discusión: Técnica y crítica*. Siglo XXI.
- Itten, J. (1970). *The elements of color*. Van Nostrand Reinhold.
- Jamil, A. (2024). Accessibility for color-blind users in digital media: Challenges and strategies. *Journal of Visual Communication*, 43(1), 55-72.
- Jaramillo, D., & Torres, A. (2019). Pautas para el diseño de videojuegos accesibles para personas con daltonismo. *Revista de Tecnología y Sociedad*, 17(2), 45-60.
- Level Access. (2024). *European Accessibility Act (EAA) compliance: Complete guide*. Level Access. <https://www.levelaccess.com/resources/the-sixth-annual-state-of-digital-accessibility-report-2024-2025/>
- Ley 51/2003 de 2 de diciembre. (2003). *de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad*. Madrid: Boletín Oficial del Estado.
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2003-22066>
- Ley 7/2010 de 31 de marzo. (2010). *General de la Comunicación Audiovisual*. Madrid: Boletín Oficial del Estado.
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2010-5292>
- Lindkvist, E. (2020). Methods for designing colorblind-friendly videogames: Beyond recoloring. *Game Studies*, 20(1).
<http://gamestudies.org/2001/articles/lindkvist>
- Marcus, A., & Wang, W. (2018). *Design, user experience, and usability: Theory and practice. 7th International Conference, DUXU 2018, held as part of HCI International 2018, Las Vegas, NV, USA, July 15-20, 2018. Proceedings, Part I*. Cham, Suiza: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-91797-9>
- Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. (2024). *Estadística de estudiantes universitarios: Curso 2023-2024 [Base de datos]*.
<https://www.ciencia.gob.es/Ministerio/Estadisticas/SIIU/Estudiantes.html>
- Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes. (2024). *Estadística del alumnado de Formación Profesional 2022-2023 [Base de datos]*.

<https://www.educacionfpydeportes.gob.es/servicios-al-ciudadano/estadisticas/fp.html>

- Molina López, D. (2023). El color como estrategia de accesibilidad en el diseño gráfico. *Revista Arte y Diseño*, 11(2), 87-103.
- Molina-Michelle, C. (2024). El daltonismo en la comunicación visual: limitaciones y oportunidades. *Revista Interdisciplinaria de Estudios Visuales*, 9(1), 55-74.
- Monaco, F. (2022). Color blind accessibility manifesto. *Communications of the ACM* 65 (8), 7-9. <https://doi.org/10.1145/3543881>
- National Eye Institute. (2025). *Color blindness*. <https://www.nei.nih.gov/learn-about-eye-health/eye-conditions-and-diseases/color-blindness>
- Nielsen, J. (1994). Enhancing the explanatory power of usability heuristics. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '94)* (pp. 152-158). Boston, MA, USA: ACM (Association for Computing Machinery). <https://doi.org/10.1145/191666.191729>
- Pijoan Aguadé, C. (1975). *La incidencia del daltonismo en un grupo de estudiantes mexicanos*. México: Escuela Nacional de Antropología e Historia, Secretaría de Educación Pública.
- Pinheiro, M., Viana, W., & de Gois Ribeiro Darin, T. (2023). Why should red and green never be seen? Exploring color blindness simulations as tools to create chromatically accessible games. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 7(CHI PLAY). 7, pp. 165-196. ACM. <https://doi.org/10.1145/3611026>
- Polson, T. (2013). *The Noble approach: Maurice Noble and the Zen of animation design*. San Francisco, CA: Chronicle Books.
- Quiñones, D., & Rusu, C. (2017). How to develop usability heuristics: A systematic literature review. *Computer Standards & Interfaces*, 89-122. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2017.03.009>
- Real Decreto 1494/2007 de 12 de noviembre. (2007). *por el que se aprueba el Reglamento sobre las condiciones básicas para el acceso de las personas con discapacidad a las tecnologías, productos y servicios relacionados con la sociedad de la información y medios de comunicación social*. Madrid:

- Boletín Oficial del Estado. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-19968>
- Riot Games Support. (s.f.). *How to enable colorblind mode in League of Legends*. <https://support-leagueoflegends.riotgames.com>
- Salvador-Ullauri, L. (2021). *Evaluación de la accesibilidad para personas con deficiencia visual en juegos serios basados en la Web*. Alicante: Universidad de Alicante. <https://rua.ua.es/entities/publication/c60f9c74-854c-4cc4-9c29-d42be667c3f9>
- Samsung. (s.f.). *SeeColors app for TV and mobile devices*. <https://www.samsung.com/us/support/answer/ANS10002643/>
- Schwarz, A. (s.f.). *Andreas Schwarz Goethe's Color Triangle*. <https://dr-andreas-schwarz.de/en/goethes-color-triangle.html>
- Thoo, Y.-J., Jeanneret Medina, M., Froehlich, J., Ruffieux, N., & Lalanne, D. (2023). A large-scale mixed-methods analysis of blind and low-vision research in ACM and IEEE. *Proceedings of the 25th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (ASSETS '23)* (pp. 1-20). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3597638.3608412>
- Tillem, M., & Gün, A. (2025). The impact of color blindness on player engagement and emotional experiences: A multimodal study in a game-based environment. *Multimodal Technologies and Interaction*, 9(6), 62. <https://doi.org/10.3390/mti9060062>
- Ubisoft. (2025a, Jan. 23). *Ubisoft launches Chroma, a free real-time color blindness simulator for developers*. <https://news.ubisoft.com>
- Ubisoft. (2025b). *Chroma*. (GitHub) <https://github.com/ubisoft/chroma>
- Ubisoft Help. (s.f.-a). *Enabling colourblind mode in Rainbow Six Extraction*. <https://www.ubisoft.com/help/article/000100604>
- Van Biema, C. (1997). *Farben und Formen als lebendige Kräfte*. Farben und Formen als lebendige Kräfte: Verlag.
- Vengage. (s.f.). *Pautas de diseño para daltónicos: una guía completa*. <https://es.vengage.com/blog/disenio-para-daltonicos/>

Westin, T. (2024). Game accessibility course design modules in higher education.
Frontiers in Computer Science.

<https://doi.org/10.3389/fcomp.2024.1182541>

World Wide Web Consortium (W3C). (2018). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*. Geneva: World Wide Web Consortium (W3C).

<https://www.w3.org/TR/WCAG21/>