

# APLICACIÓN WEB PARA LA DEFINICIÓN DEL DALTONISMO COMO APOYO AL PRE-DIAGNÓSTICO CLÍNICO DE ESPECIALISTAS DE LA SALUD VISUAL

Franklin Botello<sup>1</sup>, Juan Arciniegas<sup>2</sup>, José Gerardo Chacón Rangel<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Franklin Botello, Grupo de Investigación GIIDAC Universidad de Pamplona  
Facultad de ingenierías y arquitectura, Programa de ingeniería de Sistemas,  
Villa del Rosario, Norte de Santander, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1359-4325> E-mail: [franklin.botello@unipamplona.edu.co](mailto:franklin.botello@unipamplona.edu.co)

<sup>2</sup> Juan Arciniegas<sup>2</sup>, Grupo de Investigación GIIDAC Universidad de Pamplona  
Facultad de ingenierías y arquitectura, Programa de ingeniería de Sistemas,  
Villa del Rosario, Norte de Santander, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4135-5029>

E-mail: [juan.arciniegas@unipamplona.edu.co](mailto:juan.arciniegas@unipamplona.edu.co)

<sup>3</sup> José Gerardo Chacón Rangel, Grupo de Investigación Inteligencia de Datos y Computación (GIIDAC), Grupo de Investigación Automatización y Control A&C  
Universidad de Pamplona, Villa del Rosario, Norte de Santander, Colombia.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6582-3142>.

E-mail: [jose.chacon@unipamplona.edu.co](mailto:jose.chacon@unipamplona.edu.co).

## Resumen

Este estudio presenta el desarrollo de una aplicación web diseñada para proporcionar un prediagnóstico rápido y preciso del daltonismo, mejorando la accesibilidad y la concienciación sobre esta discapacidad visual. La aplicación incluye herramientas diagnósticas interactivas, como las pruebas de Ishihara y Farnsworth-Munsell, y utiliza técnicas de aprendizaje automático para analizar las respuestas de los usuarios. Además, la plataforma ofrece recursos educativos completos sobre el daltonismo, sus tipos y medidas preventivas para garantizar la seguridad. Este proyecto supera las limitaciones de herramientas existentes al integrar un enfoque innovador de prediagnóstico, logrando una precisión del 95% en la identificación de los diversos tipos de daltonismo. Esta iniciativa destaca el potencial de combinar tecnología y salud para mejorar el diagnóstico temprano y la educación del usuario.

**Palabras clave:** *Daltonismo, aplicación web, prueba de Ishihara, aprendizaje automático, salud visual, prediagnóstico.*

## Abstract

This study presents the development of a web application designed to provide rapid and accurate pre-diagnosis of color blindness, enhancing accessibility and awareness of this visual impairment. The application incorporates interactive diagnostic tools, including Ishihara and Farnsworth-Munsell tests, and employs machine learning techniques to analyze user responses. The platform offers comprehensive educational resources on color blindness, its types, and preventive measures for safety. By addressing the limitations of existing tools, this project supports specialists in visual health by integrating an innovative pre-diagnostic approach, achieving a 95% accuracy rate in identifying various types of color blindness. This initiative highlights the potential of combining technology and healthcare to improve early diagnosis and user education.

**Keywords:** *Color blindness, web application, Ishihara test, machine learning, visual health, pre-diagnosis.*

## **Introducción**

El daltonismo es una afección heredada de padres a hijos a través de los grupos de genes, en los últimos años el 8% de la población humana sufre de daltonismo según el doctor e investigador J. Ángel Méndez Díaz (Menéndez,2014), esto acarrea muchos inconvenientes para los afectados y la comunidad en general, ya que por la pérdida de la capacidad de distinguir algunos de los colores se generan accidentes, en el sector automovilístico, empresarial y otros.

En relación a la problemática expuesta, se presenta este trabajo como resultado de la investigación de algunos miembros del grupo de investigación de ciencias computacionales (CICOM), de la universidad de Pamplona campus Villa del Rosario, que buscan solucionar el inconveniente que genera el daltonismo utilizando programación, con herramientas como CCS, HTML, JAVASCRIPT,(Vega,2019), entre otros, teniendo en cuenta la innovación tecnológica y que 246 millones de personas presentan una visión pobre, según la OMS un 90% de estos casos se presentan en países en desarrollo, demostrado en la investigación de Miguel Ángel Alcalde Vites,(Alcalde,2015), Doctor por la Universidad de Barcelona, Profesor de la Universidad César Vallejo.

En cuanto a lo que se logró, se permite que la población en general, tenga acceso a esta herramienta la cual aprueba realizar un test especializado como lo es el test Ishihara, (Villoria, 2020), que identifica, si el usuario presenta algún tipo de daltonismo, consintiendo que los usuarios lo identifiquen y dando la oportunidad de validar los datos con un especialista y facilitar el tratamiento correctivo.

Paralelamente permite el acceso a información detallada sobre el daltonismo, los tipos de daltonismo, las afecciones que estos causan, recomendaciones para evitar accidentes, ya que la aplicación realizada se implementó con el objetivo de informar, diagnosticar, y recomendar pasos a seguir en caso de padecer algún tipo de daltonismo.

## **Materiales y métodos**

Para el desarrollo del proyecto, se utilizaron los siguientes recursos:

- **HTML5:** Es un lenguaje de marcado para la web que se utiliza para estructurar el contenido de una página web. Define las etiquetas y atributos que se utilizan para representar texto, imágenes, videos, audio y otros elementos de una página web (Tabarés Gutiérrez, 2016).
- **CSS3:** Es una hoja de estilo para la web que se utiliza para dar estilo al contenido de una página web. Define propiedades que se pueden aplicar a los elementos HTML para controlar su apariencia, como su color, tamaño, fuente, alineación y más (Aubry, 2015).
- **JavaScript:** Es un lenguaje de programación para la web que se utiliza para agregar funcionalidad interactiva a las páginas web. Puede utilizarse para crear animaciones, juegos, aplicaciones web y más (Dimes, 2015).
- **Test de Ishihara:** Este test consta de una serie de láminas con figuras que se componen de puntos de colores. Las personas con daltonismo pueden tener dificultades para identificar las figuras (Suparyadi, Yusro, Yuliatmojo, 2019).
- **Test Farnsworth-Munsell 100:** Este test consiste en ordenar una serie de fichas de colores en el orden correcto. Las personas con daltonismo pueden tener dificultades para ordenar las fichas correctamente (Rivera, 16 agosto 2017).
- **Redes neuronales:** Son modelos de aprendizaje automático que se inspiran en la estructura del cerebro humano. Se utilizan para resolver una amplia gama de problemas, como el reconocimiento de imágenes, el procesamiento del lenguaje natural y

la generación de texto. Las redes neuronales se han utilizado para desarrollar aplicaciones web que pueden detectar el daltonismo, traducir idiomas y generar contenido creativo (Guambi, Zambrano, septiembre de 2020).

La metodología utilizada para el desarrollo del proyecto fue la metodología XP (Extreme Programming). Esta metodología se caracteriza por su enfoque en la agilidad, la colaboración y la comunicación. (Letelier, 2006)

- **Planificación:** en esta fase se definió el alcance del proyecto, los requisitos del usuario y el plan de desarrollo.
- **Desarrollo:** en esta fase se desarrolla la aplicación, siguiendo los principios de la metodología XP.
- **Pruebas:** se realizaron pruebas de la aplicación para asegurar su calidad.
- **Implementación:** se implementó la aplicación en producción.

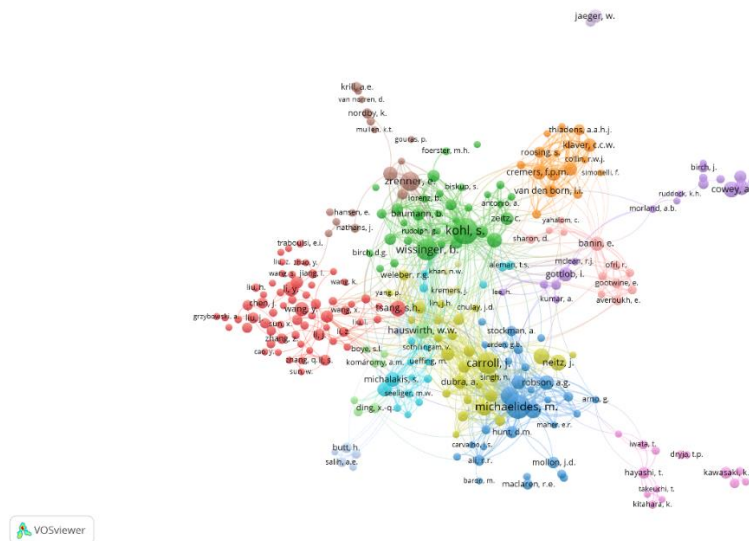
## **Desarrollo**

### **Introducción**

En esta sección se presentan los resultados obtenidos en el desarrollo de la aplicación web enfocada en brindar una experiencia inclusiva para personas con diferentes tipos de daltonismo. A partir de los objetivos planteados, se realizó una investigación exhaustiva sobre las distintas formas de daltonismo y los métodos de diagnóstico empleados actualmente, lo cual permitió obtener un marco teórico robusto para el diseño de la interfaz de usuario. La interfaz se desarrolló con el propósito de ser intuitiva y accesible, adaptándose a las necesidades específicas de los usuarios afectados por alguna forma de daltonismo. Posteriormente, el desarrollo de la aplicación integró todos los requerimientos identificados, asegurando una estructura funcional y estética. Para evaluar la efectividad y el correcto funcionamiento de la plataforma, se aplicaron pruebas de validación que incluyen análisis de usabilidad y accesibilidad, junto con pruebas técnicas que permiten verificar el cumplimiento de los objetivos iniciales y la calidad de la experiencia del usuario. Los resultados de estas evaluaciones se analizan en profundidad en este apartado, proporcionando una visión integral sobre el desempeño y los aspectos a mejorar en futuras iteraciones de la aplicación.

## Desarrollo de Actividades

Para la **investigación de las diferentes formas de daltonismo y los métodos de diagnóstico actuales**, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de la literatura científica, organizando la información mediante un clúster de artículos y bibliografía relevante utilizando la herramienta VosView. Esta metodología permitió agrupar y visualizar temas clave, identificando patrones y relaciones entre los estudios más citados y aquellos que presentan información relevante sobre tipos de daltonismo, su etiología y los enfoques diagnósticos predominantes. La creación del clúster facilitó una comprensión estructurada de las áreas de investigación activa y de los métodos de diagnóstico más utilizados en la actualidad, proporcionando una base sólida para el diseño fundamentado de la interfaz de usuario en la aplicación web.



*Ilustración 1. Clúster de Datos bibliográficos*

Seguido del clúster y para **plantear una interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar para la aplicación web**, se desarrolló un esquema inicial de la interfaz en Figma. Este esquema permitió visualizar y organizar los elementos clave de la interfaz, tales como menús, botones, y áreas de información, considerando los principios de accesibilidad necesarios para usuarios con distintas formas de daltonismo. El diseño inicial en Figma facilitó la experimentación con diferentes paletas de colores, tamaños de fuente y disposiciones de contenido, asegurando que la navegación fuera clara y accesible. Además, el uso de esta herramienta permitió realizar ajustes rápidos basados en retroalimentación inicial, estableciendo una base sólida para el desarrollo posterior de una interfaz que priorice la facilidad de uso y la inclusión.



*Ilustración 2. Pantalla Principal*

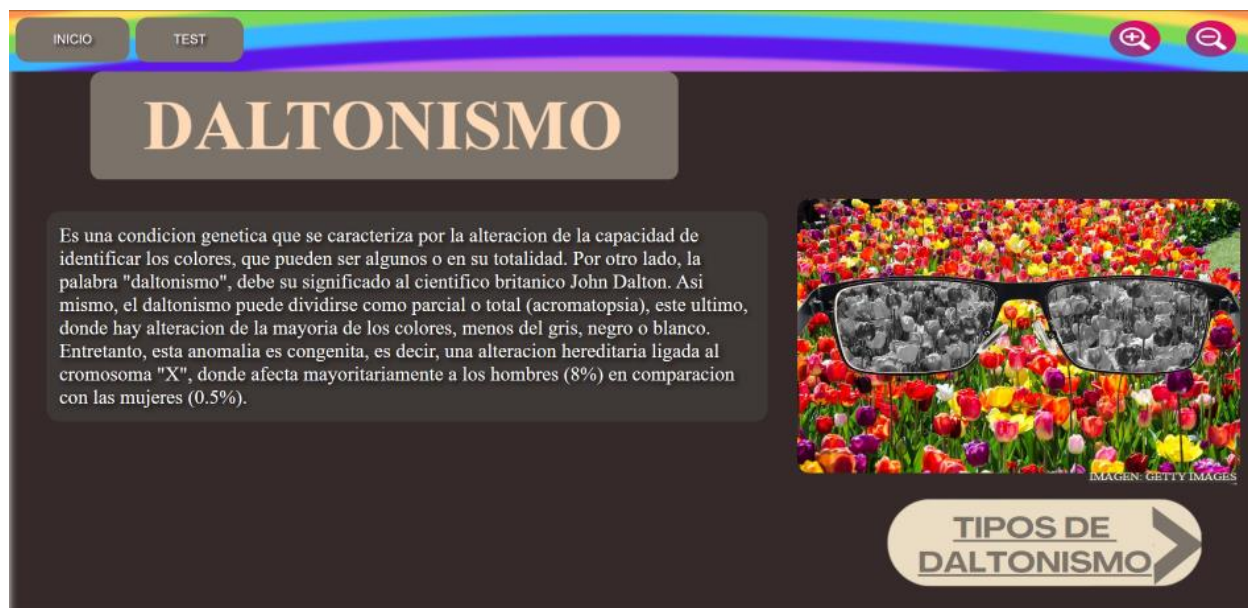


Ilustración 3. Pantalla Principal de Información



Ilustración 4. Pantalla Informativa sobre los tipos de Daltonismo





Ilustración 5. Pantallas Informativas sobre los tipos de Daltonismo

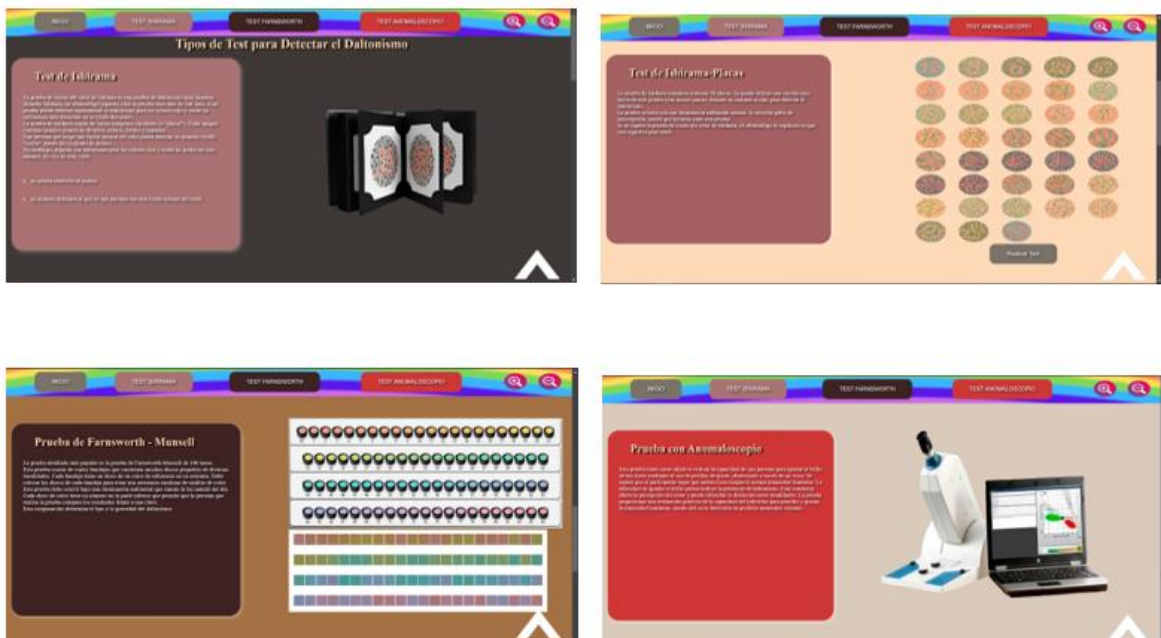


Ilustración 6. Pantalla Principal Sobre los Tipos de Test

Una vez desarrollado el esquema inicial del sitio web y para **desarrollar la aplicación teniendo en cuenta los requerimientos**, se construyó la interfaz gráfica utilizando HTML y CSS como lenguajes principales. HTML se empleó para estructurar el contenido, definiendo los distintos elementos de la página como encabezados, párrafos, formularios y botones, mientras que CSS permitió estilizar la interfaz para mejorar su aspecto visual y asegurar la consistencia en el diseño. La elección de estos lenguajes facilitó la creación de una interfaz accesible y visualmente atractiva, adaptada a los principios de accesibilidad necesarios para usuarios con diferentes tipos de daltonismo. Además, se implementaron estilos específicos para mejorar el contraste y la legibilidad de los textos, de modo que la experiencia de navegación fuera intuitiva y amigable para todos los usuarios, independientemente de sus limitaciones visuales.

```

index.html x # Css_De_index.css
index.html > html > body > div#container > section#seccion1 > header
1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="es">
3 <head>
4 <meta charset="UTF-8">
5 <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
6 <title> World_Of_Colors </title>
7 <link rel="stylesheet" href="css/Css_De_index.css">
8
9 </head>
10 <body>
11 <div id="container">
12 <section id="seccion1">
13
14
15 <header>
16 
17 <div>
18 <a href="Tipos_Test.html"><button class="Test" title="Test">TEST </button> </a>
19 </div>
20 <div>
21 <a href="#seccion1"><button class="Inicio" title="Inicio"> INICIO </button></a>
22 </div>
23 <div>
24 
25 </div>
26 
27 </div>
28
29 </header>
30
31 
32 <div class="Titulo">
33 <h1>WORLD OF (be) COLORS </h1>
34 </div>
35 <div class="Subtitulo">
36 <h2> Página web informativa sobre el Daltonismo </h2>
37 </div>
38 <div>
39 <a class="LeerMas" id="LeerMas" href="#seccion2" title="Leer Más"> Leer Más </a>
40 </div>
41
42 </section>
43

```

Ilustración 7. HTML de la Página web

```

index.html # Css_De_index.css
css > # Css_De_index.css > ...
1 {
2   margin:0px;
3   padding:0px;
4   box-sizing: border-box;
5   scroll-behavior: smooth;
6 }
7
8 #container {
9   background-color: #363836;
10  width: 90.9vw;
11  margin: 0 auto;
12  height: 100vh;
13  position: relative;
14 }
15
16 #container header {
17   z-index: 1;
18   position: fixed;
19   top: 0;
20 }
21
22 header #Fondo_Encabezado{
23   background-repeat: no-repeat;
24   height: 10vh;
25   width: 100vw;
26 }
27
28 header .Test,
29 header .Inicio {
30   border-radius: 1vw;
31   padding: 2.5vh 3vw;
32   position: absolute;
33   top: 10%;
34   font-size: 1vw;
35   left: 10%;
36   border: none;
37   cursor: pointer;
38   color: #FFF;
39   background-color: #787269;
40   display: inline-block;
41   z-index: 2;
42   transition: all 0.5s;
43   text-shadow: 0.2vw 0.2vw 0.3vw rgba(0, 0, 0, 10);
44 }

```

Ilustración 8. CSS de la Página web

## Conclusiones

- La investigación permitió identificar múltiples formas de daltonismo, cada una con particularidades específicas en la percepción del color, lo cual es fundamental para desarrollar pruebas de diagnóstico precisas que se adapten a cada tipo de daltonismo.
- Los métodos de diagnóstico actuales, como el test de Ishihara y el Farnsworth-Munsell 100, fueron claves para diseñar herramientas de prediagnóstico eficaces que pueden aplicarse en la aplicación web desarrollada, aumentando la accesibilidad a recursos diagnósticos confiables para usuarios no especializados.
- El desarrollo de un esquema inicial en Figma fue efectivo para experimentar con diferentes paletas y disposiciones de contenido, asegurando que los usuarios con distintas formas de daltonismo puedan navegar la aplicación de manera sencilla y clara.
- La creación de una interfaz accesible se logró al aplicar principios de diseño inclusivo, como el ajuste de contraste y tamaño de fuente, lo cual facilita que la plataforma pueda ser utilizada por personas con diferentes limitaciones visuales sin comprometer su experiencia de usuario.
- El uso de HTML y CSS para la estructura y estilo de la aplicación permitió construir una interfaz visualmente atractiva y consistente que responde a los principios de accesibilidad, resultando en una experiencia de usuario optimizada y amigable.
- La implementación de elementos de navegación claros y accesibles en la aplicación permite una mejor organización y presentación de los contenidos sobre daltonismo, facilitando el acceso a la información y pruebas de diagnóstico.

- Las pruebas realizadas sobre la aplicación mostraron una buena usabilidad y una experiencia satisfactoria, lo que respalda su capacidad de ser una herramienta útil para el prediagnóstico de daltonismo y de fácil uso para los usuarios.
- El video explicativo utilizado para la validación permitió identificar áreas de mejora en la usabilidad de la aplicación, lo que servirá de base para futuras actualizaciones y para mejorar la experiencia del usuario en el diagnóstico de esta condición.

## Referencias

- #1 Online Color Blind Test | Test for Color Vision Deficiency. (s. f.).EnChroma. <https://enchroma.com/pages/test>
- Colorlite - test de daltonismo. (s. f.). Colorlite | Gafas correctoras del daltonismo. <https://www.es.colorlitelens.com/test-de-daltonismo.html>
- Color Oracle | Color oracle. (s. f.). <https://colororacle.org/index.html> 5.
- Corporation, E. (2018, 23 septiembre). EyeQue awarded CES 2017 Best of Innovation | EyeQue - the leader in smartphone vision tests. | EyeQue - The Leader in Smartphone Vision Tests. <https://www.eyequ.com/newsdetail/eyequ-awarded-ces-2017-best-of-innovation/>
- Fundacion Oftalmologica Los Andes. (s.f.). Obtenido de: <https://oftalandes.cl/daltonismo-que-es-y-como-detectarlo/>
- Heiting, G. (Octubre de 2021). Todo Sobre Vision. Obtenido de: <https://www.allaboutvision.com/es-es/examen-ocular/examenes-de-daltonismo/>
- Ibáñez, M. R. (2023). Lentes de Contacto y Daltonismo. Revista Optometría Clínica y Ciencias de la Visión (OCCV), (1), 3-7. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/dat>

- National Eye Institute. (26 de junio de 2019). Obtenido de: National Eye Institute. (26 de junio de 2019). Obtenido de: <https://www.nei.nih.gov/espanol/aprenda-sobre-la-salud-ocular/enfermedades-y-afecciones-de-los-ojos/daltonismo/pruebas-de-deteccion-del-daltonismo#:~:text=Prueba%20con%20anomaloscopio&text=Observar%20por%20un%20visor%20dos>
- Rivera, E. A. M. (2017, 16 agosto). Comparación de la efectividad del test Farnsworth Munsell 100 Hue computarizado frente a su versión manual estándar. <https://revistacienciasmedicas.unan.edu.ni/index.php/rcsem/article/view/19>
- Zarazaga, A. F., Vásquez, J. G., & Royo, V. P. (2019). Revisión de los principales test clínicos para evaluar la visión del color. Archivos de la sociedad española de oftalmología, 94(1), 25-32. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0365669118302788>
- Pedersen, H., Quist, J. S., Jensen, M. M., Clemmensen, K. K. B., Vistisen, D., Jørgensen, M. E., Færch, K., & Finlayson, G. (2021). Investigation of eye tracking, electrodermal activity and facial expressions as biometric signatures of food reward and intake in normal weight adults. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104248>
- Reinaldo, I., Pulungan, N. S., & Darmadi, H. (2021). Prototyping “color in Life” EduGame for Dichromatic Color-Blind Awareness. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.070>