



## 1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

**Título:** Colores Óptimos para Daltónicos

**Descripción general** (resumen y metodología):

En Colorimetría, el concepto de “Colores Óptimos” proviene de MacAdam, basándose en trabajos de Schrödinger. Colores óptimos hace referencia al conjunto de colores con la máxima pureza colorimétrica bajo un cierto iluminante. Se obtienen para reflectancias espectrales con valores sólo de 0 y 1 (funciones tipo escalón), del tipo filtros paso banda o notch. Este tipo de reflectancias espectrales no son realistas, pues ningún material puede tener esa reflectancia. Entonces, podemos considerar los colores óptimos como el límite, no alcanzable, para calcular el gamut máximo de colores que podemos obtener para un iluminante. Los colores óptimos son los colores situados en el borde de este gamut, cuya estructura 3D se denomina “sólido de color”, que encierra a todos los colores perceptibles por el sistema visual humano. También se ha desarrollado el concepto de colores pseudo-óptimos, donde se calcula la máxima pureza colorimétrica, pero considerando reflectancias espectrales suavizadas con forma de curva, que son mucho más realistas, aunque no siempre es fácil conseguir materiales que las reproduzcan.

Los colores óptimos han sido empleados para el estudio de diferentes temas. Por un lado, se han utilizado para el estudio del índice de rendimiento en color (CRI) de fuentes de luz, mediante un nuevo índice basado en el volumen del sólido de color. Con la misma técnica se han evaluado las diferencias en la visión del color entre observadores con visión normal y anómala. También para valorar la superficie real de colores con la comparación con los límites de MacAdam (colores óptimos) en planos de claridad y tono constante. Otra de las aplicaciones es obtener una estimación del número máximo de colores percibidos por el sistema visual humano.

Por otro lado, el daltonismo o visión defectiva del color (CVD) es una condición visual en la que una persona tiene dificultad para distinguir o percibir ciertos colores. La causa más común del daltonismo es una mutación en los genes responsables de los ftopigmentos en los conos de la retina, que son las células responsables de percibir los colores. Existen diferentes tipos de daltonismo, siendo los más comunes el deuteranómalo (dificultad para distinguir el verde del rojo) y el protanómalo (dificultad para distinguir el rojo del verde). También existe un tipo menos común llamado tritanómalo, que afecta la percepción del color azul y amarillo. Cada uno de estos tres tipos puede presentarse con distintas severidades desde leve a máxima. Actualmente el daltonismo no tiene tratamiento, pero en la mayoría de los casos no representa una limitación significativa en la vida diaria. Tan solo en ciertas profesiones que requieren una distinción precisa de colores, como pilotos, electricistas o artistas, puede ser necesario realizar pruebas específicas para determinar la capacidad de percepción de colores de una persona.

En la actualidad hay disponibles numerosos métodos para simular la percepción del color de cualquier tipo de daltónico. En nuestro grupo de investigación hemos desarrollado alguno de los algoritmos con mejores resultados.

En una primera fase el estudiante tendrá que realizar una revisión bibliográfica sobre colores óptimos, su origen, así como propuestas recientes de métodos de cálculo. También sobre aplicaciones de los colores óptimos.

Paralelamente el alumno ha de introducirse, por un lado, en conceptos de visión del color, daltonismo, espacios de color, etc., y, por otro lado, en el manejo de Matlab.

Dependiendo de los resultados de la revisión bibliográfica implementará los métodos más recientes para el cálculo de colores óptimos. También tendrá que comprender y manejar los métodos ya implementados en nuestro laboratorio para la simulación de CVD.

Calculará los colores óptimos para los diferentes tipos y grados de daltonismo, utilizando diferentes métodos de simulación y comparará los resultados obtenidos para observadores con los diferentes tipos de CVD.

**Tipología:** Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

**Objetivos planteados:**

1. Revisión bibliográfica sobre colores óptimos y métodos de cálculo.
2. Implementación de los métodos de cálculo de los colores óptimos bajo diferentes tipos de iluminantes.
3. Manejo de los algoritmos de simulación de visión deficiente del color y su aplicación al cálculo de los colores óptimos.
4. Aplicación al cálculo del sólido de color para observadores con visión normal del color y visión deficiente del color.

**Bibliografía básica:**

- Lucassen and J. Alferdinck, Dynamic simulation of color blindness for studying color vision requirements in practice, CGIV2006: 3rd European Conf. on Colour in Graphics, Imaging, and Vision (IS&T, Springfield, VA, 2006), pp. 355358.
- L. MacAdam, "Theory of the maximum visual efficiency of colored materials", J. Opt. Soc. Am. 25, 249-252 (1935).
- M. Machado, M.M. Oliveira, L.A. Fernandes, A physiologically-based model for simulation of color vision deficiency, IEEE TVCG 15 (6), 1291-1298 (2009).
- Martínez-Verdú, E. Perales, E. Chorro, D. de Fez, V. Viqueira, E. Gilabert, "Computation and visualization of the MacAdam limits for any lightness, hue angle and light source", J. Opt. Soc. Am. A 24, 1501-1515 (2007)
- Muñoz-Postigo, E. M. Valero, M. A. Martínez-Domingo, L. Gomez-Robledo, R. Huertas, and J. Hernández-Andrés, "CVD-MET: an image difference metric designed for analysis of color vision deficiency aids," Opt. Express 30, 34665-34683 (2022).
- Ohta and Robertson. "Colorimetry. Fundamentals and Applications". Wiley (2005).
- Perales, et al. "Colores óptimos: Nuevas aplicaciones a la tecnología ya la visión del color." Óptica pura y aplicada 43, 65-71 (2010).
- R. Pointer, "Request for real surface colours", Color Res. Appl. 27, 374-374 (2002).
- C. Smith, J. Pokorny, "Spectral sensitivity of color-blind observers and the cone photopigments", Vision Res. 12, 2059-2071 (1972).
- Yaguchi, J. Luo, M. Kato, and Y. Mizokami, "Computerized simulation of color appearance for anomalous trichromats using the multispectral image," J. Opt. Soc. Am. A 35, B278-B286 (2018).
- S. Westland, C. Ripamonti. "Computational Colour Science. Using Matlab". Ed. John Wiley & Sons (2004).

**Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:**

**Plazas:** 1

**2. DATOS DEL TUTOR/A:**

**Nombre y apellidos:** RAFAEL HUERTAS ROA

**Ámbito de conocimiento/Departamento:** ÓPTICA

**Correo electrónico:** rhuertas@ugr.es

**3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):**

**Nombre y apellidos:** JUAN LUIS NIEVES GÓMEZ

**Ámbito de conocimiento/Departamento:** ÓPTICA

**Correo electrónico:** jnieves@ugr.es

**4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):**

**Nombre y apellidos:**

**Correo electrónico:**

**Nombre de la empresa o institución:**

**Dirección postal:**

**Puesto del tutor en la empresa o institución:**

**Centro de convenio Externo:**

**5. DATOS DEL ESTUDIANTE:**

**Nombre y apellidos:**

**Correo electrónico:**