

## Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

|   |                            |
|---|----------------------------|
| <b>Tutor/a:</b>                             | Eva M. Valero Benito       |
| <b>Departamento y Área de Conocimiento:</b> | Óptica                     |
| <b>Correo electrónico:</b>                  | valerob@ugr.es             |
| <b>Cotutor/a:</b>                           | Miguel Á. Martínez Domingo |
| <b>Departamento y Área de Conocimiento:</b> | Óptica                     |
| <b>Correo electrónico:</b>                  | martinezm@ugr.es           |

**Título del Trabajo:** Identificación de pigmentos azules en obra artística real con escáneres hiperespectrales

|  |                 |                                       |   |   |  |
|--|-----------------|---------------------------------------|---|---|--|
| <b>Tipología del Trabajo:</b><br>(Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14) | ( Marcar con X) | 1. Revisión bibliográfica             |   | 4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio |  |
|  |                 | 2. Estudio de casos teórico-prácticos |   | 5. Elaboración de un proyecto                     |  |
|  |                 | 3. Trabajos experimentales            | x | 6. Trabajo relacionado con prácticas externas     |  |

**Breve descripción del trabajo:** La idea global de partida es conseguir un método de identificación de pigmentos en obra artística real (*Maternidad de Veronese sobre cobre*, *Transfiguración del taller de Rafael*, y la pieza de gran formato *La Muerte del Príncipe de Viana*, centrándose en los pigmentos azules presentes en las obras citadas. Se propone utilizar como referencia medidas de difracción de rayos X (XRD) realizadas por el Departamento de Química Analítica, así como los mapas de pigmentos elaborados con esta técnica, y datos de reflectancia de ciertos pigmentos depositados sobre lienzo, con todas las capas de preparación previa. En el caso del *Veronese*, se estudiará la influencia del sustrato analizando las reflectancias obtenidas para el mismo pigmento y con la misma preparación sobre cobre y sobre lienzo. Además, se analizará si los métodos utilizados en soportes de lienzo son válidos para metal: clustering + endmember extraction implementando el algoritmo ad hoc en Matlab. Se trabajará con los espectros de reflectancia en visible e infrarrojo directamente, y también con la primera y segunda derivada de los espectros. Con esto se tratará de ver si puede hacerse una identificación más efectiva, utilizando los mapas de referencia obtenidos con difracción de rayos X como referencia. Todo ello teniendo en cuenta que en el caso de mezclas de pigmento, estos mapas tendrán determinadas zonas de solapamiento. Se analizará también la influencia de posibles mezclas de pigmento existentes en cada uno de los lienzos.

### Objetivos planteados:

1. Análisis de los datos de difracción de rayos X obtenidos en las obras citadas, e interpretación de los mapas de pigmento azul, incluyendo posibles mezclas presentes en la obra, para localizar las zonas en las que debería identificarse la presencia de un determinado pigmento.
2. Uso de las imágenes hiperespectrales en visible e infrarrojo para extraer los datos de reflectancia en zonas azules representativas, que puedan actuar como “semillas” para los algoritmos de clustering basados en información espectral.
3. Implementación de los algoritmos de clustering basados en las semillas extraídas y en métricas de comparación espectral, con los datos de reflectancia directamente. Comparación de resultados con los mapas de difracción de rayos X, y con los resultados obtenidos sin las semillas.
4. Implementación de los algoritmos de clustering utilizando la primera y segunda derivadas de los espectros de reflectancia. Comparación con los resultados del uso del espectro a secas, y del uso de espectros en tablas de lienzo y cobre preparadas ad hoc con los pigmentos de interés.



**Metodología:**

Para la interpretación de los mapas de pigmento y resultados de la difracción de rayos X, se contará con el apoyo de miembros del Departamento de Química Analítica, que han realizado estas medidas. Para la extracción de datos de interés, contamos con una herramienta de visualización de imágenes hiperespectrales desarrollada por nuestro grupo de investigación. La implementación de los algoritmos de clustering y el análisis de resultados se realizará utilizando Matlab. Las métricas de comparación de espectros serán RMSE, cGFC, SAM-SID y una métrica combinada mezcla de métricas de color y espectrales en el caso del rango visible. Para el cuadro del Príncipe de Viana, debido a su gran formato se trabajará en determinadas secciones específicas de interés, y esperamos también poder tener datos de captura espectral del cuadro tras su limpieza y restauración.

**Bibliografía:**

- Martínez, M. Á., Valero, E. M., Nieves, J. L., Blanc, R., Manzano, E., & Vélchez, J. L. (2019). Multifocus HDR VIS/NIR hyperspectral imaging and its application to works of art. *Optics express*, 27(8), 11323-11338.
- Fazlali, F., Gorji Kandi, S. Identification of pigments in artworks by inverse tangent derivative of spectrum and a new filtering method. *Herit Sci* 8, 93 (2020). <https://doi.org/10.1186/s40494-020-00438-4>
- Junfeng Li, Dehong Xie, Miaoxin Li, Shiwei Liu, Chun'ao Wei, "Pigment Identification of Ancient Wall Paintings Based on a Visible Spectral Image", *Journal of Spectroscopy*, vol. 2020, Article ID 3695801, 8 pages, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/3695801>

**A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG**

Alumno/a propuesto/a:

Granada, de 2021

Sello del Departamento