

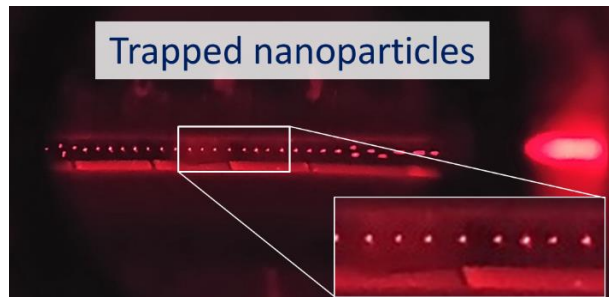
MÁSTER EN NUEVAS TECNOLOGÍAS ELECTRÓNICAS Y FOTÓNICAS

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER - CURSO 2025-2026

PROPUESTA

Título:	Nanopartículas levitantes: caracterización nanofotónica asistida por deep learning
Título en inglés:	Levitating nanoparticles: nanophotonic characterization assisted by deep learning
Tutor/es:	Javier Hernández Rueda y José A. Rodrigo Martín Romo
Correos-e:	fj.hernandez.rueda@ucm.es y jarmar@ucm.es
Lugar de realización:	Departamento de Óptica, despacho OPT 01.320.B.

Resumen: Este trabajo se centrará en la automatización de un sistema combinado de microscopía y espectroscopía para la caracterización óptica de nanopartículas, depositadas en sustratos, levitando en una trampa de Paul y/o atrapado en una trampa óptica. El objetivo será generar y procesar grandes volúmenes de datos, los cuales se emplearán para entrenar redes neuronales en un sistema de inteligencia artificial tipo *deep learning*. Se espera que estos modelos superen las limitaciones de métodos convencionales, logrando desentrañar dependencias acopladas entre condiciones experimentales y respuesta óptica en sistemas nanofotónicos, ver ejemplo de partículas atrapadas.



Metodología: El proyecto se desarrollará en las siguientes fases principales: automatización experimental, análisis mediante IA e interpretación física.

- 1. Automatización del sistema óptico:** Se implementará en Python el control de láseres, espectrómetro, monturas motorizadas y cámaras CCD, permitiendo variar automáticamente parámetros como longitud de onda, intensidad y polarización. Esto garantizará medidas sistemáticas y repetitivas tanto en partículas levitadas como en muestras depositadas.
- 2. Adquisición y análisis con IA:** Se generarán bases de datos extensas de espectros e imágenes bajo distintas condiciones experimentales. Con ellas se entrenarán redes neuronales (*deep learning*) capaces de correlacionar la respuesta óptica con propiedades físicas y de realizar predicciones en tiempo real.
- 3. Validación y comprensión física:** Los resultados se contrastarán con modelos físicos establecidos no solo para verificar la precisión técnica del sistema, sino también para profundizar en la comprensión de los procesos de interacción luz-materia en partículas levitadas.

Conocimientos previos recomendados: Óptica general. Conocimientos básicos de Python u otro lenguaje de programación.

Bibliografía:

- J. Hernandez-Rueda, A. de Beurs, D. van Oosten. "Ultrafast laser ablation of trapped gold nanoparticles", *Optics Letters* Vol. 44, Issue 13, pp. 3294-3297 (2019).
- J. A. Rodrigo, T. Alieva, V. Manzaneda-González, A. Guerrero-Martínez. "All-Optical Trapping and Programmable Transport of Gold Nanorods with Simultaneous Orientation and Spinning Control" *ACS nano* 18 (40), 27738-27751 (2025).
- C. F. Bohren, D. R. Huffman. "Absorption and Scattering of Light by Small Particles", Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA (2004).
- Sweigart, "Automate the Boring Stuff with Python", Editorial: No Starch Press, (ISBN-10: 1593279922)