

# MÁSTER EN NUEVAS TECNOLOGÍAS ELECTRÓNICAS Y FOTÓNICAS

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER - CURSO 2025-2026

## PROPUESTA

<b>Título:</b>	<i>Síntesis y caracterización de nanopartículas de LiNbO<sub>3</sub> para aplicaciones cuánticas</i>
<b>Título en Inglés:</b>	<i>Synthesis and characterization of LiNbO<sub>3</sub> nanoparticles for quantum applications</i>
<b>Tutor/es del trabajo:</b>	<i>Elisa Garcia-Tabarés Valdivieso.</i>
<b>Institución:</b>	<i>Universidad Carlos III de Madrid</i>
<b>Correos-e:</b>	<i>egarcia@fis.uc3m.es</i>
<b>Tutor académico</b>	
<b>UCM:</b>	
<b>Dirección de realización:</b>	<i>Avda. de la Universidad, 30 28911 Leganés, Madrid, España</i>
<b>Posibles fechas:</b>	<i>A partir de Noviembre</i>
<b>Resumen:</b>	
<p>El niobato de litio (LiNbO<sub>3</sub>), tradicionalmente usado en su forma bulk para dispositivos fotónicos, está cobrando relevancia en forma de nanopartículas debido a sus excelentes propiedades ópticas no lineales, estabilidad térmica y potencial de integración en arquitecturas híbridas [1,2]. Sin embargo, su desarrollo se ve limitado por la falta de métodos de síntesis reproducibles, sostenibles y de bajo coste [3], así como por la necesidad de caracterización detallada que vincule estructura y funcionalidad.</p> <p>El proyecto plantea comparar distintas rutas de síntesis en fase líquida (sol-gel, microemulsión e hidrotermal), junto con variantes innovadoras como ultrasonidos, evaluando su eficiencia, escalabilidad y sostenibilidad. Las nanopartículas obtenidas serán analizadas en cuanto a tamaño, morfología, pureza y propiedades ópticas. Además, se aplicará un análisis de ciclo de vida (LCA) para medir el impacto ambiental de cada método. Este enfoque integral busca habilitar la producción controlada de nanopartículas de LiNbO<sub>3</sub> y su uso en aplicaciones de óptica no lineal y cuántica, como fuentes cuánticas, sensores y dispositivos miniaturizados de nueva generación.</p>	
<b>Metodología:</b>	
<p>El trabajo se desarrollará en tres etapas principales:</p> <ol style="list-style-type: none"><li><b>Síntesis de nanopartículas de LiNbO<sub>3</sub></b> Se emplearán al menos tres rutas en fase líquida (sol-gel, microemulsión e hidrotermal), complementadas con sonicación como técnica auxiliar, con el fin de comparar eficiencia, control morfológico, pureza y reproducibilidad.</li><li><b>Caracterización morfológica, estructural y óptica</b> Las muestras se analizarán mediante técnicas complementarias: SEM/EDX (morfología y composición), TEM/SAED (estructura y defectos), DRX (fase y tamaño de cristalito) y espectroscopía Raman (modos vibracionales y cristalinidad). Adicionalmente, se aplicarán fotoluminiscencia y UV-Vis-NIR para evaluar sus propiedades ópticas.</li><li><b>Integración y aplicaciones exploratorias</b> Se estudiará la dispersión de las nanopartículas en matrices ópticas para evaluar su respuesta no lineal, piezoeléctrica y ferroeléctrica. Asimismo, se explorará su acoplamiento con láseres pulsados para inducir Conversión Paramétrica Descendente Espontánea (SPDC), con potencial en aplicaciones cuánticas.</li></ol>	

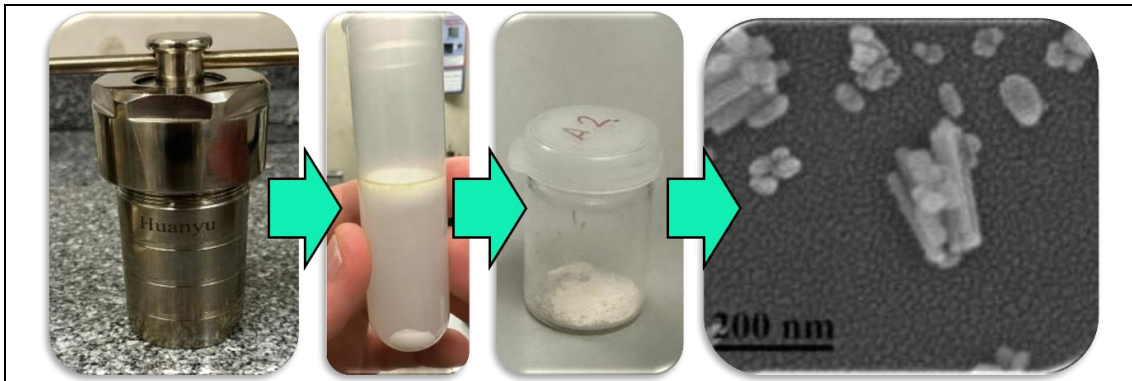


Figura 1. Esquema del proceso de síntesis y caracterización morfológica mediante el método hidrotermal de nanopartículas de  $\text{NaYF}_4$  para aplicaciones energéticas. Este proceso se lleva a cabo íntegramente en los laboratorios del Departamento de Física de la UC3M.

### **Conocimientos previos recomendados:**

Se evaluarán positivamente conocimientos en: química, nanomateriales y técnicas de caracterización de materiales

### **Bibliografía:**

- [1] J. César-Cuello et al. Towards a Lithium Niobate Photonic Integrated Circuit for Quantum Sensing Applications. *Photonics* 11 2024, 239.
- [2] Y. Zheng, et al, 16 - Lithium niobate on insulator for nonlinear and quantum applications, *Advances in Nonlinear Photonics*, 2023, 467-488.
- [3] S. Ying, et al, Green synthesis of nanoparticles: Current developments and limitations, *Environmental Technology & Innovation*, 26, 2022, 102336.