

## Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

**Tutor/a:** María Luisa Jiménez Olivares

**Departamento y Área de Conocimiento:** Física Aplicada

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

**Cotutor/a:**

**Departamento y Área de Conocimiento:**

**Correo electrónico:**

**Título del Trabajo:** Ferroelectricidad a escala nanométrica

**Tipología del Trabajo:**

(Según punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)

(Marcar con X)

1. Revisión bibliográfica	X	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:**

Un ferroeléctrico es un material piroeléctrico con dos o más estados estables de polarización eléctrica, caracterizados por una distribución estable en torno a la estructura cristalina perfecta (1). Si se aplica un campo suficientemente intenso, es posible cambiar entre ambos estados, produciendo una polarización permanente en el cristal. Debido a la necesidad de activación de este proceso, el comportamiento es histerético, caracterizado por un campo eléctrico coercitivo, el necesario para revertir la polarización del material y una polarización remanente. En el caso de materiales nanométricos, estos campos se pueden conseguir con diferencias de potencial bajas, lo que los hace idóneos para aplicaciones electrónicas integradas, como memorias no volátiles, transistores de efecto campo (2).

**Objetivos planteados:**

- Análisis teórico de la ferroelectricidad a escala nanométrica.** Se estudiarán los modelos existentes para explicar la polarización eléctrica de materiales ferroeléctricos y los efectos de escala.
- Determinación experimental.** Se preparará un sistema de medida del ciclo de histéresis ferroeléctrica y la permitividad de suspensiones de nanopartículas ferroeléctricas de diferente geometría.
- Discusión de los resultados.** Se llevará a cabo una comparación exhaustiva entre datos experimentales y predicciones y se discutirán en su caso las diferencias entre ambos tipos de resultados.

**Metodología:**

El trabajo se realizará en las siguientes etapas:

- Revisión bibliográfica.** Adquisición de conocimientos básicos de la estructura y modelos de materiales ferroeléctricos.
- Puesta a punto del dispositivo experimental de medida mediante el método de Sawyer-Tower y el método PUND (3).** El/la estudiante se familiarizará con la preparación de dispositivos para la medida de del ciclo de histéresis a alto campo. Realizará una caracterización de los ciclos de histéresis para diferentes valores de frecuencia del campo aplicado y de su amplitud, con el fin de optimizar los parámetros de medida.
- Trabajo experimental.** Se prepararán suspensiones de nanopartículas de distintos materiales en líquido no conductor. Estas partículas se caracterizarán mediante HRTEM, AFM y difracción de R-X. Se determinará el ciclo de histéresis y la constante dieléctrica de tales sistemas usando una célula de medida para fluidos no conductores previamente calibrada y determinando su impedancia compleja en función de la frecuencia. Se caracterizarán materiales de diferente geometría.

4. **Elaboración de resultados.** Comparación teoría-experimento.

**Bibliografía:**

1. Ferroelectrics, A.K. Bain and P. Chand, Ed. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany (2017)
2. Physics of thin-films ferroelectric oxides, M. Dawber, K.M. Rabe and J.F. Scott, *Rev. Modern Phys.* **77**, 1083 (2005)
3. Physics of Ferroelectrics. A Modern Perspective, K.M. Rabe, C.H. Ahn and J.M. Triscone, ed. Springer (2007).

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

Alumno/a propuesto/a: *José Luis Pérez Barbero*

Granada, 14 de mayo 2021

Sello del Departamento