

# **Síntesis de policristales y nano-cristales a partir de óxido de plomo y óxido de magnesio con propiedades superconductoras.**

Responsable: Dra. Elizabeth Chavira Martínez

Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM

E-mail: [chavira@unam.mx](mailto:chavira@unam.mx), [chavira@iim.unam.mx](mailto:chavira@iim.unam.mx)

Teléfono: 52-55-56224629 (Laboratorio)

## **Introducción**

La superconductividad es una propiedad presente en muchos metales y algunas cerámicos, usualmente aparece a bajas temperaturas, caracterizada por la pérdida de resistividad a partir de cierta temperatura de transición característica de cada material, denominada temperatura crítica ( $T_c$ ), al no tener resistencia, estos materiales no sufren pérdidas de energía en forma de calor. Los superconductores también presentan diamagnetismo, es decir, son repelidos por los campos magnéticos.

Los superconductores pueden clasificarse en dos tipos.

Tipo I, que tienen la particularidad de pasar del estado superconductor al normal de una forma muy rápida; están generalmente conformados de materiales puros. Además, no permiten en absoluto que penetre un campo magnético externo.

Tipo II, conformado generalmente de aleaciones metálicas y cerámicas, son llamados imperfectos, en el sentido en que el campo magnético realmente penetra su superficie a través de pequeñas canalizaciones denominadas vórtices de Abrikosov o fluxones.

El aumento de la temperatura crítica es importante para las aplicaciones de los superconductores. Con el descubrimiento en los 80's de los superconductores cupratos se inició una carrera caracterizada por un aumento de los valores de  $T_c$  que rebasó la temperatura de ebullición del nitrógeno líquido (77 K). De modo que aún deben utilizarse costosos y complicados sistemas de refrigeración con base en helio o nitrógeno líquidos para mantener el superconductor a esa baja temperatura de operación. [1]

En la actualidad se investiga los superconductores del tipo II buscando aleaciones que logren temperaturas críticas cada vez más elevadas, algunos superconductores reportan  $T_c$  a temperatura ambiente o incluso más elevadas de compuestos con estequiometría y estructuras cristalinas complejas. Por otro lado hay también aleaciones cuyas composición está integrada sólo por tres o cuatro elementos químicos en forma de óxidos metálicos

como cadmio, zinc, magnesio, bario, calcio, estroncio, cobre, plomo, entre otros que igualmente alcanzan  $T_c$  elevadas. [2]

El descubrimiento de mejores compuestos superconductores es un paso significativo hacia una gama mayor de aplicaciones, entre ellas computadoras y circuitos electrónicos más rápidos y con mayor capacidad de memoria, reactores de fusión nuclear en los que el plasma se mantenga confinado por campos magnéticos, trenes de levitación magnética de alta velocidad y, tal vez lo más importante, una generación y transmisión más eficiente de la energía eléctrica.

En 2016 reportarán [3] varios superconductores de  $T_c$  310 K de  $Pb-Mg-O$ ,  $T_c$  307  $Cd-Mg-O$  y varios más. Por lo que en este proyecto me enfocaré en los superconductores del sistema  $Pb-Mg-O$ .

### **Hipótesis:**

La síntesis a partir del óxido de plomo y el óxido de magnesio producirá un compuesto ( $Pb_3MgO_x$ ) que presentará propiedades superconductoras con una temperatura crítica elevada, una vez obtenida una monofase.

### **Objetivo:**

Fabricación de policristales y nano-cristales ( $Pb_3MgO_x$ ) monofásico con propiedades superconductoras.

### **Objetivos particulares:**

- Obtener policristales y nano-cristales por el método de reacción en estado sólido y trituración u otras técnicas.
- Caracterizar policristales y nano-cristales por análisis térmico.
- Comprobar propiedades magnéticas y eléctricas de los productos obtenidos.
- Determinar pureza, estructura cristalina, morfología y tamaño de cristales por difracción de rayos-X por el método de polvos y espectroscopías disponibles funcionando.

### **Metas:**

- Obtención de un superconductor con una temperatura crítica cercana a la temperatura ambiente.
- Al término del proyecto tener un reporte escrito que represente el 60% de avance del trabajo de tesis.

### **Metodología:**

1. Se llevará a cabo una investigación y recolección de información bibliográfica referente al tema de estudio en bibliotecas y en sitios web.

2. Se enlistarán los materiales y reactivos requeridos para llevar a cabo las experimentaciones a nivel laboratorio.
3. Fabricación de policristales a nivel de laboratorio mediante reacción en estado sólido.
4. Fabricación de nano-cristales por técnicas en seco o en mojado.
5. Técnicas de caracterización.
  - Termoanálisis: (Termogravimetría, análisis calorimétrico, análisis diferencial de barrido)
  - Difracción de rayos-X (DRX) por el método de polvos.
6. Espectroscopias
  - Microscopia de Fuerza atómica (AFM, siglas en inglés).
  - Microscopia de Barrido (MEB).
  - Microscopia de Transmisión (MET).
  - Microscopia de Transmisión de alta resolución (HRTEM, siglas en inglés)
7. Mediciones fisicoquímicas
  - Resistencia eléctrica.
  - Magnetismo.
8. Análisis de resultados y discusión
9. Elaboración del informe sobre las actividades desarrolladas

#### **Infraestructura:**

El trabajo experimental se llevará a cabo con el equipo y materiales de los laboratorios L-A001 y L-A002 de Síntesis y Supercondutividad, Propiedades Eléctricas y Alta Presión del Departamento de Materiales de Baja Dimensionalidad del Instituto de Investigaciones en Materiales. También se cuenta con la infraestructura de otros laboratorios del Instituto del mismo instituto.

#### **Cronograma de actividades:**

Actividad	Semana
1.Revisión y análisis de la bibliografía	1, 2
2. Fabricación de policristales	3
3. Técnicas de caracterización.	4, 5, 6, 7
4. Espectroscopias	8, 9, 10
5. Mediciones fisicoquímicas	11, 12
6. Análisis de resultados y discusión	13, 14
7. Elaboración del informe	15, 16

**Comentarios adicionales:**

El trabajo se irá desarrollando según estén disponibles los equipos para la caracterización de las muestras.

**Referencias:**

- [1] <http://www.revistaciencias.unam.mx/es/47-revistas/revista-ciencias-88/265-superconductores-de-alta-temperatura.html>
- [2] <http://superconductors.org/Type2.htm>
- [3] <http://superconductors.org/Pb3MgO5.htm>