



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

DATOS INFORMATIVOS

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Interdisciplinario

Título del proyecto:
Síntesis y caracterización estructural de ferritas mesoporosas: Diseño de materiales avanzados con brecha energética controlada para aplicaciones eficientes en fotocátalisis

Investigación básica Investigación aplicada Investigación pedagógica Innovación
DEPARTAMENTO(S):
1. Física
2. Polímeros
LÍNEA(S) DE INVESTIGACIÓN (verificable en el SAEW):
1. Nanoestructuras
2. Nuevos materiales

Resumen de información del director y colaboradores del proyecto		
<u>Director</u>		
Apellidos y nombres	Departamento	Título de mayor nivel (Ing., M.Sc., Ph.D)
Benítez Romero María José	Física	Ph.D /
<u>Colaborador(es)</u>		
Apellidos y nombres	Departamento	Título de mayor nivel Ing., M.Sc., Ph.D)
Cadenbach Spyros Thomas		Ph.D /
Costa Vera César Augusto	Física	Ph.D /
Lascano Lascano Luis Rodrigo	Física	Ph.D /
Quiroz Chávez Francisco Javier	Polímeros	Máster

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario X

Investigación Básica X Investigación Aplicada X Investigación Pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):

1. Física
2. Ciencia de los Alimentos y Biotecnología DECAB

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. Nanoestructuras /
2. Nuevos materiales /

1 Proyecto de Investigación

Título:

Síntesis y caracterización estructural de ferritas mesoporosas: Diseño de materiales avanzados con brecha energética controlada para aplicaciones eficientes en fotocatalisis

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

Empleando el método de nanocasting, utilizando como moldes de sílice SBA-15 y KIT-6, se sintetizarán ferritas mesoporosas de BiFeO_3 no dopada y dopada, y materiales compuestos basados en BiFeO_3 . Se estudiarán los efectos del molde utilizado, del número de pasos de impregnación, de la cantidad de precursor, del procedimiento de secado y de la temperatura de calcinación en la estructura y morfología del material final. Tal estudio se realizará utilizando difracción de rayos X, microscopía de fuerza atómica, espectroscopia por transformada de Fourier y análisis termogravimétrico. Posteriormente se estudiarán las influencias de la morfología, del tamaño de poro, del ancho de la pared de poro, del área superficial y de la presencia del molde de sílice en la brecha energética de las ferritas, mediante espectros de absorción UV-Vis. Las mejores muestras serán utilizadas como catalizadores en degradación fotocatalítica de contaminantes orgánicos. Se pondrá a prueba la degradación de contaminantes de color, tales como el azul de metileno y rodamina b. Las influencias del tamaño de poro, de la concentración del catalizador, de la temperatura y de la concentración del sustrato serán investigadas para optimizar la eficiencia del catalizador. La reacción será monitorizada y analizada por espectroscopia por transformada de Fourier y espectros de absorción UV-Vis.

Palabras clave (4-6): nanocasting, nanoestructuras, catalizador, multiferroicos



Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación	
2.1 Objetivos	
2.1.1 Objetivo General	
<ul style="list-style-type: none">Estudiar la influencia de las propiedades estructurales, tales como tamaño de poro, ancho de la pared de poro, morfología y área superficial, en la respuesta fotocatalítica de nanoestructuras de ferritas mesoporosas de BiFeO_3 no dopada y dopada, y en materiales compuestos basados en BiFeO_3, sintetizados usando el método de Nanocasting.	
2.1.2 Objetivos Específicos	
<ol style="list-style-type: none">Sintetizar controladamente nanoestructuras mesoporosas dopadas y no dopadas de BiFeO_3, así como nanoestructuras compuestas basadas en BiFeO_3 mesoporosa tales como $\text{BiFeO}_3\text{-Co}_3\text{O}_4$, $\text{BiFeO}_3\text{-CuO}$, $\text{BiFeO}_3\text{-CoFe}_3\text{O}_4$, con variedad de tamaño de poro y forma, por métodos químicos húmedos baratos usando ácidos orgánicos y copolímeros de bloque como agentes directores de la estructura.Analizar las propiedades estructurales de los materiales sintetizados usando técnicas de difracción de rayos X (XRD), microscopía de fuerza atómica (AFM), análisis termogravimétrico (TGA) y espectroscopia por transformada de Fourier (FTIR).Estudiar la influencia del método de síntesis, es decir, tamaño de poro, morfología, interacción entre los nanoestructuras y agentes dopantes en la brecha energética, mediante espectros de absorción UV-Vis.Estudiar el comportamiento fotocatalítico de los materiales elaborados en las reacciones de degradación de contaminantes orgánicos del agua, tales como rodamina b y azul de metileno.Optimizar los parámetros de la reacciones fotocatalíticas tales como la temperatura, la carga del catalizador, la concentración de sustrato, el pH, la fuente de radiación y el tiempo de reacción.Proporcionar una formación excelente a jóvenes investigadores.Difundir los resultados obtenidos a través de publicaciones científicas y conferencias.	
2.2 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)	
<ol style="list-style-type: none">Un protocolo resumido de los parámetros óptimos para la síntesis de nanoestructuras mesoporosas dopadas y no dopadas de BiFeO_3 y nanoestructuras mesoporosas compuestas basadas en BiFeO_3, con variedad de tamaño de poro y forma.Elaboración de un diagrama de fase en el que se consideran los diferentes parámetros (tamaño de partícula, composición, morfología e interacciones) que será una guía para producir nanoestructuras con fines tecnológicos.Un protocolo resumido para la influencia del método de síntesis, e.d., tamaño de poro, morfología, interacción entre las nanoestructuras y agentes dopantes en la brecha energética.Identificación del catalizador más eficiente para la degradación de contaminantes orgánicos del agua.Un protocolo resumido de los parámetros óptimos de la reacciones fotocatalíticas (en función de la temperatura, la carga del catalizador, la concentración de sustrato, el pH, la fuente de radiación y el tiempo de reacción).Estudiantes graduados en pregrado y Maestría en el área de Física, Ingeniería Química o áreas relacionadas.Publicación de los resultados obtenidos en revistas internacionales indexadas por pares y participación en conferencias nacionales e internacionales en áreas relacionadas al proyecto.	
3	Relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación



Este proyecto se enfoca tanto en investigación básica como en investigación aplicada. En relación a la investigación básica, el proyecto tratará dos aspectos importantes: la obtención de materiales de ferrita de fase pura con una mínima distribución de tamaño de poro y partícula, y la importancia de las condiciones de síntesis en la brecha energética. En cuanto a la investigación aplicada, el proyecto busca dar alternativas para resolver los problemas relacionados con la contaminación del agua para mejorar la calidad de vida. Este problema se aborda desde la búsqueda de *nuevos materiales* fotocatalíticos de fácil procesamiento que, trabajando en el rango de la luz visible, degraden tales contaminantes y mejoren así la calidad del agua.

Este proyecto abrirá una nueva línea de investigación en el Ecuador, la de síntesis de materiales *nanoestructurados porosos* por el método de nanocasting; y proporcionará una formación excelente a jóvenes investigadores en las capacidades que son necesarias para transformar la economía ecuatoriana a una basada en tecnologías más avanzadas.

La difusión de los resultados que se obtengan será a través de seminarios y publicaciones, que favorecerá a grupos nacionales e internacionales que trabajen en síntesis de ferritas. Estos se beneficiarán ya sea directamente (generando proyectos nuevos enfocados a la caracterización eléctrica, magnética y biomédica de estas nanopartículas), o indirectamente (usando nuestros protocolos publicados de síntesis para obtener estas nanopartículas).

En el futuro mediato, el proyecto allanará el camino para investigaciones futuras en el área de la ciencia de materiales y establecerá colaboraciones con entidades nacionales e internacionales. La siguiente investigación se enfocará en el estudio de la gran susceptibilidad magnética y el incremento de acoplamiento dieléctrico en las partículas sintetizadas de BiFeO_3 mesoporosa no dopada y dopada de materiales compuestos basados en BiFeO_3 .

Por lo expuesto anteriormente, este proyecto está estrechamente relacionado con las líneas de investigación tanto del Departamento de Física como del Departamento de Ciencia de los Alimentos y Biotecnología DECAB de la EPN: nanoestructuras y nuevos materiales. Es un proyecto multidisciplinario, cuya investigación requiere de la participación coordinada de investigadores formados en diferentes disciplinas, Química, Ingeniería Química, Química Ambiental, Física, Ciencia de Materiales y Óptica.

4	Productos esperados	
	a. Publicaciones científicas (obligatorio);	X
	b. Disertación a la Comunidad Politécnica;	X
	c. Proyecto de Titulación;	X
	d. Tesis de Grado (maestría o doctorado);	X
	e. Aplicación tecnológica construida o implementada;	<input type="checkbox"/>
	f. Patente presentada;	<input type="checkbox"/>
	g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.	X

5	Descripción y metodología y diseño del proyecto
---	--



5.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)

Los materiales de ferritas han atraído gran interés en la comunidad científica debido a sus propiedades magnéticas y ferroeléctricas y sus amplias aplicaciones prácticas en dosificación de fármacos, aparatos de espintrónica, fotónica, celdas solares ferroeléctricas o para almacenamiento de información en alta densidad [1]. La ferrita de bismuto, BiFeO_3 (BFO), ha recibido una atención especial debido a que posee a temperatura ambiente un ordenamiento simultáneo ferroeléctrico y antiferromagnético, con temperaturas de transición de 1100 K y 640K, respectivamente. Además, se ha reportado que en escala nanométrica, BFO presenta propiedades inusuales, tales como gran susceptibilidad magnética y aumento del acoplamiento dieléctrico [2,3]. Igualmente, BFO es un candidato prometedor en aplicaciones fotocatalíticas debido a su estrecha banda prohibida de energía de 2.2-2.8 eV y buena estabilidad química [4]. Las principales limitaciones en el uso de BFO en las reacciones fotocatalíticas se deben a la baja área superficial y a la pobre separación del par electrón-hueco. Por lo tanto, es necesario desarrollar estrategias que mejoren el rendimiento fotocatalítico de BFO. Una opción para superar estas limitaciones es las síntesis de materiales mesoporosos de BFO dopadas y no dopadas, así como materiales compuestos basados en BFO con estructuras de heterounión p-n. Por un lado, la naturaleza mesoporosa de cada material dará lugar a un aumento del área de superficie. Esto resultará en un aumento en el rendimiento de la catálisis. La catálisis heterogénea es una reacción de superficie y es directamente proporcional al área de superficie del catalizador. Por otro lado, la reducción de la brecha energética mediante el cambio del tamaño y la forma de los poros, así como el dopaje de BFO con metales de tierras raras y metales de transición, mejorará la eficiencia del proceso fotocatalítico, ya que éste es inversamente proporcional a la brecha energética. Además, la síntesis de los materiales compuestos de BFO con heterouniones p-n obstaculizará la rápida recombinación de pares electrón-hueco fotogenerados y permitirá una eficiente separación de las cargas generadas; lo que deberá resultar en un mejor rendimiento catalítico de los materiales sintetizados.

Este proyecto se enfoca tanto en investigación básica como en investigación aplicada. En relación a la investigación básica, el proyecto tratará dos aspectos importantes, i.e. la obtención de materiales de ferrita de fase pura con una mínima distribución de tamaño de poro y partícula y la importancia de las condiciones de síntesis en la brecha energética. En cuanto a la investigación aplicada, el proyecto busca dar alternativas para resolver los problemas relacionados con la contaminación del agua, utilizando los materiales obtenidos en reacciones de degradación fotocatalítica de contaminantes orgánicos. Esta técnica de purificación es limpia y ecológica debido a que consiste en la absorción directa de la luz a temperatura ambiente sin necesidad de activación térmica para mineralizar completamente los contaminantes orgánicos.

La vía preferida para obtener nanopulvos de ferritas es por métodos químicos húmedos, tales como sol-gel, auto combustión, co-precipitación, etc. Sin embargo, estos métodos tienen bajo rendimiento y se obtienen a menudo impurezas y partículas grandes con gran distribución de tamaño [1]. Un método que ha demostrado recientemente tener éxito en la preparación de óxidos metálicos ternarios, incluyendo BFO[5] y CoFe_2O_4 [6], es el método de nanocasting. Este método de templado es muy utilizado en la preparación de óxidos metálicos binarios; sin embargo, la síntesis de sistemas ternarios y de compuestos de BFO es nueva y requiere un estudio a profundidad. El método de nanocasting [7] consta de tres pasos principales, formación del molde de sílice mesoporoso y ordenado, formación de la réplica y la eliminación del molde. La principal ventaja en el uso de la sílice mesoporosa es la facilidad de controlar el tamaño de poro, el ancho de la pared del poro, así como el tamaño de partícula y morfología. La estructura, morfología y parámetros de textura del material réplica se ven afectados por el tipo de molde utilizado, el número de pasos de impregnación, la cantidad de precursor, el procedimiento de secado y la temperatura de calcinación. Primero, sintetizaremos los moldes de sílice mesoporosa, SBA-15 (Santa Barbara-15) y KIT-6 (Korea Advanced Institute of Science and technology 6). El primero consiste en un arreglo en paralelo de tubos huecos, mientras que el segundo puede ser representado como un arreglo de un par de canales interpenetrados. La síntesis se realizará utilizando parámetros establecidos en la literatura [8,9]. Variaremos el tamaño de poro, el ancho de la pared de poro, la conectividad y la morfología de las estructuras. Las muestras se caracterizarán utilizando difracción de rayos X (XRD) para valores de 2θ de 1 a 5 grados para verificar el orden mesoscópico y microscopía de fuerza atómica (AFM) para determinar el tamaño de poro.

El segundo paso del método nanocasting es la etapa de impregnación. El material que se desea replicar



se incorpora en los canales del molde mesoporoso en la forma de un precursor (generalmente molecular) y más tarde se convierte en el material deseado por calcinación bajo aire o atmósfera inerte. Se sintetizarán BFO mesoporosa usando como precursores $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ y $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ y los moldes de sílice obtenidos previamente. Los compuestos se calcinarán a diferentes temperaturas para estudiar los efectos de la temperatura de calcinación en los parámetros estructurales. En esta etapa se obtendrán nanoestructuras de ferritas cubiertas por SiO_2 con diámetro y morfología variable. Las muestras se caracterizan utilizando análisis termogravimétrico y XRD para valores de 2θ de 1 a 5 grados, para confirmar si se ha mantenido el arreglo ordenado después de la impregnación. Se caracterizará utilizando valores de 2θ de 10 a 100 grados para identificar la pureza de cada material. Una vez que se ha confirmado que tenemos un arreglo de alambres ordenados de BFO de fase pura dentro del molde de sílice, se estudiará el valor de la brecha energética utilizando espectroscopia UV-Vis para las diferentes muestras. Es decir, se identificará si el valor de la brecha de energía depende del tamaño de partícula, morfología e interacción entre las nanoestructuras.

El paso final en el método nanocasting consisten en la eliminación del molde usando tratamientos químicos, la combustión o el tratamiento con otros gases altamente reactivos. Por lo tanto, el material de réplica obtenida usando el molde de sílice debe ser estable no sólo durante los tratamientos térmicos, sino también a los agentes químicos. Se removerá el molde de todas las muestras obtenidas mediante disolución en soluciones de NaOH seguido de varios procesos de lavado y secado a 50 °C. Se caracterizarán a las muestras utilizando espectroscopia por transformada de Fourier (FTIR) para asegurar que las nanoestructuras se encuentran libres del molde de sílice. En esta etapa se espera obtener nanoalambres cuyo diámetro es el tamaño que los poros del molde de sílice. Debido al interés en posibles aplicaciones, se estudiará la estabilidad térmica de los materiales mediante un tratamiento térmico post-sintético a varias temperaturas. Se caracterizarán las muestras utilizando XRD para valores de 2θ de 1 a 5 grados para confirmar si se ha mantenido el arreglo ordenado después de que se ha removido el molde de sílice. Se caracterizará a valores de 2θ de 10 a 100 grados para identificar la pureza de BFO. Esto permitirá verificar que el tratamiento químico para remover el molde de sílice no ha afectado a la fase de BFO y determinar si existe alguna distorsión en la red debido a la eliminación del molde. Se utilizará AFM para observar la porosidad. Una vez que hemos confirmado que tenemos un arreglo de alambres ordenados de BFO dentro del molde de sílice, se estudiará el valor de la brecha de energía para las diferentes muestras usando espectroscopia UV-Vis. Es decir se identificará si el valor de la brecha de energía depende del tamaño de partícula, morfología e interacción entre los nanoalambres. Se compararán estos resultados con los obtenidos previamente. Esto permitirá entender la dependencia del valor de la brecha de energía con relación al recubrimiento de sílice.

A continuación, los materiales candidatos adecuados serán puestos a prueba frente a la degradación fotocatalítica de contaminantes orgánicos. En las reacciones de degradación de los materiales suspendidos estarán expuestos a colorantes orgánicos, tales como rodamina b y el azul de metileno. La mezcla de reacción se expondrá a la luz solar y la degradación del contaminante se evaluará por la decoloración de la mezcla de reacción. Los productos de reacción se analizarán utilizando FTIR and UV-Vis.

Además, varios parámetros de la cinética de la reacción serán investigadas con el fin de optimizar las condiciones de reacción tales como la carga del catalizador, la absorbencia de luz por las partículas en suspensión, la determinación de la concentración óptima de sustrato, la influencia del pH durante la reacción, la temperatura, la longitud de onda de fuente de radiación, y el tiempo de reacción.

La metodología de síntesis para BFO mesoporoso dopado es idéntica a la de la síntesis de BFO no dopado. Sin embargo, se debe considerar la adición de un tercer precursor metálico tal como $\text{M}(\text{NO}_3)_3$ ($\text{M} = \text{La}, \text{Ce}, \text{Gd}, \text{Dy}$) durante la síntesis. Los materiales de BFO dopados se formarán debido a la variación estequiométrica [10]. Con el fin de sintetizar materiales compuestos basados en BFO mesoporosa con estructuras de heterounión p-n, como BFO/ Co_3O_4 , BFO/ CoFe_2O_4 y BFO/ CuO se seguirá un procedimiento típico de dos etapas. En primer lugar se utilizará BFO mesoporosa sintetizada previamente. Posteriormente, se impregnará el polvo de BFO mesoporosa en una solución acuosa con una cantidad dada de precursores de compuestos, tales como $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ o $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. En cada síntesis se seguirá un tratamiento estándar, que incluye sonicación, agitación, evaporación, secado y calcinación en un horno de mufla. La estructura de los materiales se analizará por XRD y AFM. Un análisis más detallado incluirá FTIR y espectroscopia UV-Vis. A continuación, los materiales candidatos adecuados serán puestos a prueba frente a la degradación fotocatalítica de contaminantes orgánicos, siguiendo el procedimiento descrito para el BFO mesoporoso.



- [1] A.H. Lu, E.L. Salabas, F. Schüth (2007) Magnetic nanoparticles: synthesis, protection, functionalization, and application. *Angew Chem Int Ed Engl.*, 46, 1222-1244.
- [2] S. Chaturvedi, R. Das, P. Poddar y S. Kulkarni. (2015). Tunable band gap and coercivity of bismuth ferrite–polyaniline core–shell nanoparticles: the role of shell thickness. *RSC Advances* 5, 23563-23568.
- [3] M. M. Shirolkar, R. Das, T. Maity, P. Poddar, y S. K. Kulkarni. (2012). Observation of Enhanced Dielectric Coupling and Room-Temperature Ferromagnetism in Chemically Synthesized BiFeO₃@SiO₂ Core–Shell Particles. *J. Phys. Chem. C* 116, 19053-19511.
- [4] T. Gao, Z. Chen, Q. Huang, F. Niu, X. Huang, L. Qin, Y. Huang (2015) A review: preparation of bismuth ferrite nanoparticles and its applications in visible-light induced photocatalyses. *Rev. Adv. Mater. Sci.* 40 (2015) 97-109.
- [5] I. Papadas, J. A. Christodoulides, G. Kioseoglou y G. Armatas. (2015). A high surface area ordered mesoporous BiFeO₃ semiconductor with efficient water oxidation activity. *J. Mater. Chem. A.* 3, 1587-1593.
- [6] D. Gu, C-J. Jia, C. Weidenthaler, H.-J. Bongard, B. Spliethoff, W. Schmidt y F. Schüth.(2015). Highly Ordered Mesoporous Cobalt-Containing Oxides: Structure, Catalytic Properties, and Active Sites in Oxidation of Carbon Monoxide. *J. Am. Chem. Soc.* 137, 11407-11418.
- [7] A. H. Lu y F. Schüth. (2006). Nanocasting: A Versatil Strategy for Creating Nanostructures Porous Materials. *Adv. Mater.* 18, 1793-1805.
- [8] D. Zhao, J. Feng, Q. Huo, N. Melosh, G. H. Fredrickson, B. F. Chmelka and G. D. Stucky. (1998). Triblock Copolymer Syntheses of Mesoporous Silica with Periodic 50 to 300 Angstrom Pore. *Science* 279, 548-552.
- [9] F. Kleitz, S. H. Choi and R. Ryoo. (2003). Cubic Ia3d large mesoporous silica: synthesis and replication to platinum nanowires, carbon nanorods and carbon nanotubes. *Chem. Commun.* 2136-2137.
- [10] J. Silva, A. Reyes, H. Esparza, H. Camacho and L. Fuentes (2011). BiFeO₃: A Review on Synthesis, Doping and Crystal Structure, Integrated Ferroelectrics: An International Journal, 126, 47-59.



6.1 Tiempo máximo de dedicación semestral del Director del proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores.

El tiempo de dedicación máximo será de acuerdo al tipo de proyecto:

<i>Proyecto</i>	<i>Director</i>	<i>Colaboradores</i>
<i>PII y PIS</i>	<i>16 HSS</i>	<i>8 HSS</i>
<i>PIJ y PIMI</i>	<i>20 HSS</i>	<i>10 HSS</i>

Nombre	Rol (director o colaborador)	Horas de dedicación	Departamento
María José Benítez Romero	director	20 /	Física
Spyros Thomas Cadenbach	colaborador	10 /	
César Augusto Costa Vera	colaborador	10 /	Física
Luis Rodrigo Lascano Lascano	colaborador	10 /	Física
Francisco Javier Quiroz Chávez	colaborador	10 /	Ciencia de los Alimentos y Biotecnología DECAB

6.2 Infraestructura y equipos

Nombre del Equipo	Ubicación del Equipo
Espectrofotómetro infrarrojo de doble haz por Transformadas de Fourier FTIR y accesorio de marca Perkin Elmer, modelo Spectrum One	Departamento de Ciencia de los Alimentos y Biotecnología DECAB
Analizador termogravimétrico marca Shimadzu, modelo TGA 50	Departamento de Ciencia de los Alimentos y Biotecnología DECAB
Reactor instrumentado con sistemas de dosificación automático para la síntesis de compuestos orgánicos	Departamento de Ciencia de los Alimentos y Biotecnología DECAB
Cámara de extracción de gases marca Labconco	Departamento de Ciencia de los Alimentos y Biotecnología DECAB
Prensa calefactada marca Carver para el moldeo de probetas	Departamento de Ciencia de los Alimentos y Biotecnología DECAB
Estufas simples (3), marca MMM modelo Ecocell	Departamento de Ciencia de los Alimentos y Biotecnología DECAB
Estufa de tiro de aire (1), marca MMM Venticel	Departamento de Ciencia de los Alimentos y Biotecnología DECAB
Mufla marca Vulcan	Departamento de Ciencia de los Alimentos y Biotecnología DECAB
Centrífuga marca Health Force	Departamento de Ciencia de los Alimentos y Biotecnología DECAB
Balanzas de precisión (2)	Departamento de Ciencia de los Alimentos y Biotecnología DECAB
Balanza analítica	Departamento de Ciencia de los Alimentos y Biotecnología DECAB
Baño termostáticos (2)	CIAP
pHmetros (2)	CIAP



Tiempo de dedicación de docentes, infraestructura, equipos y fondos adicionales



Nombre del Equipo	Ubicación del Equipo
Microscopio de Fuerza Atómica	Grupo de Materia Condensada, Departamento de Física
Hornos	Grupo de Materia Condensada, Departamento de Física
Fuente de luz UV-Vis	Laboratorio de Espectroscopia, Departamento de Física
Espectrómetro compacto	Laboratorio de Espectroscopia, Departamento de Física
Punta de prueba	Laboratorio de Espectroscopia, Departamento de Física

6.3 Breve justificación del equipo requerido

Los reactivos que se solicitan en este proyecto son necesarios para la síntesis de las ferritas mesoporosas de BiFeO_3 no dopada y dopada, y materiales compuesto basados en BiFeO_3 . Para la síntesis del molde de sílice se necesita, HCl , poli(óxido de etileno)-poli(óxido de propileno)-poli (óxido de etileno) (PluronicP123, $\text{EO}_{20}\text{PO}_{70}\text{EO}_{20}$, Sigma-Aldrich) y butanol como agentes directores de estructura y tetraetoxisilano (TEOS, ACROS 99%) como el precursor de sílice. Los demás reactivos se usarán en el proceso de impregnación para obtener, BiFeO_3 no dopada y dopada con diferentes metales (La, Ce, Gd, Dy) y materiales compuestos basados en BiFeO_3 mesoporosa ($\text{BiFeO}_3/\text{Co}_3\text{O}_4$, $\text{BiFeO}_3/\text{CoFe}_3\text{O}_4$ y $\text{BiFeO}_3/\text{CuO}$). Los reactivos se ubicarán en el Departamento de Polímeros.

El difractor de rayos X que se solicita en este proyecto es de gran importancia en esta investigación, ya que permitirá establecer el éxito en cada etapa de síntesis y determinar el siguiente paso. El rango de barrido es de -3 a 160 grados, con precisión igual o mejor que 0.002 grados 2θ . Por lo tanto servirá tanto para analizar el orden mesoscópico de las muestras sintetizadas. Los patrones de difracción de materiales mesoporosos contienen generalmente de 3 a 5 reflexiones en el rango de 2θ de 0.4 a 3 grados debido a la presencia de poros ordenados. Del patrón de difracción se puede obtener valores del parámetro de red, diámetro de poros y ancho de la pared del poro. Adicionalmente, se usará el equipo para valores de 2θ de 10 a 100 grados para determinar la pureza de la fase de las ferritas sintetizadas. Se podrá también analizar la contracción o expansión de la red en las ferritas debido a la presencia del molde de sílice. Patrones de XRD permitirán evaluar la estabilidad térmica de los materiales, que es de importancia para posibles aplicaciones. El difractor se ubicará en laboratorio de electrocerámica del Departamento de Física.

Los soportes (RPH-1 y STANHOLDER) y el STAN-SSL son necesarios para completar el equipo que posee el laboratorio de espectroscopia para medir la brecha energética. Estos se ubicará en el laboratorio de espectroscopia del Departamento de Física.

6.4 Fondos Adicionales

- *Otros fondos de otros organismos (si los hubiere)*



Declaro que la presente propuesta es de mi autoría y de los colaboradores mencionados y que no ha sido presentada en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada solicitando el financiamiento total del proyecto.

Ma Benítez
 DIRECTOR DEL PROYECTO
 Nombre: María José Benítez Romero
 CC: 1713146353

Quito, 04 de julio de 2016
 (lugar y fecha)

DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO

Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento de Física, en sesión del día 04-07-2016 mediante resolución No. 2. Las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del proponente y sus colaboradores de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta propuesta.

Marco Bayes
 JEFE DEL DEPARTAMENTO
 Nombre: Dr. Marco Bayes
 CC: 0204036662

Quito, 4 de Julio de 2016
 (lugar y fecha)

