

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
EN MATERIALES



© 2014 Foto Sonia Esperanza Reyes Gómez

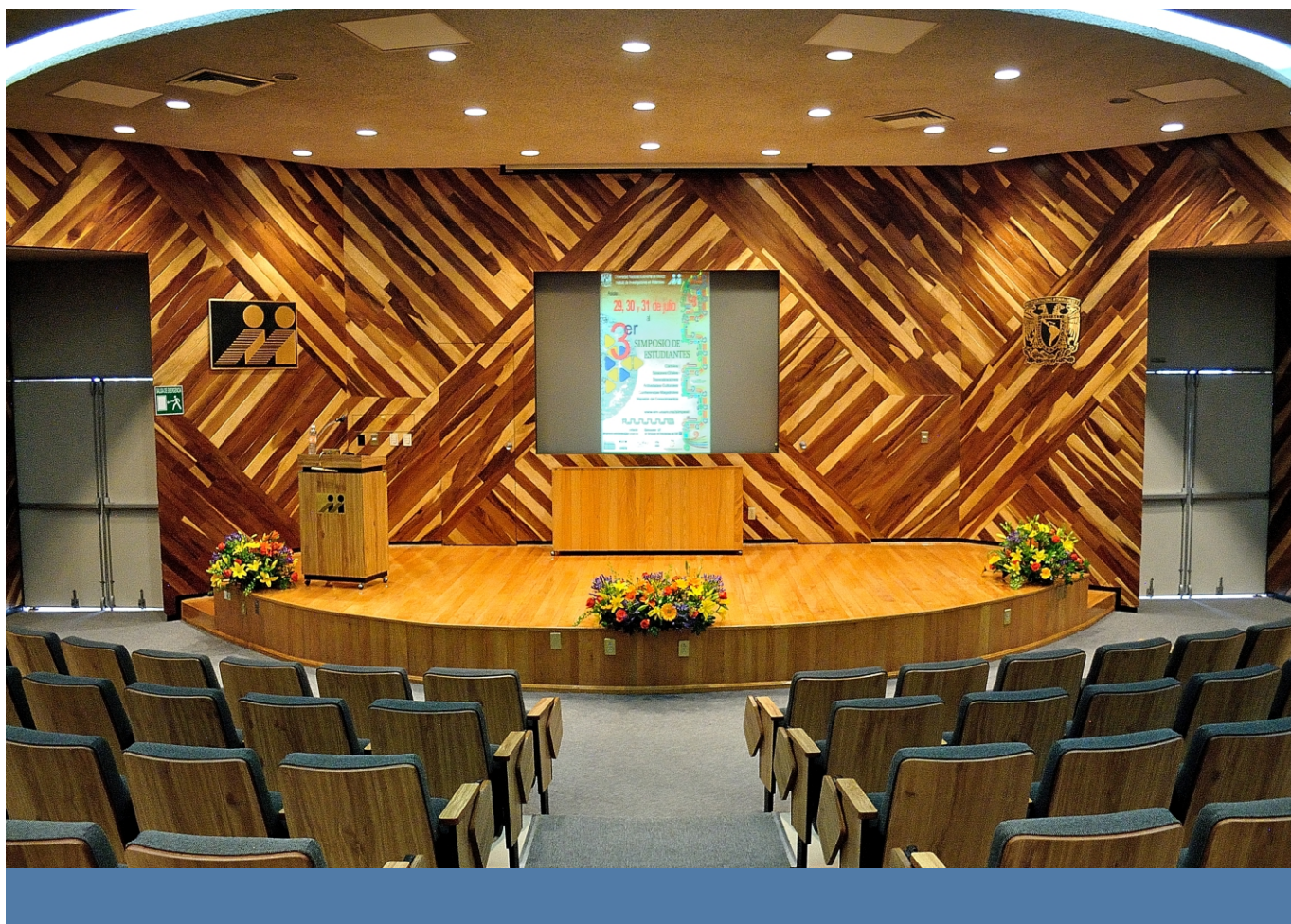
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES, UNAM



MEMORIAS
SIMPOSIO DE
ESTUDIANTES



del 29 al 31 de julio, 2015.



SIMPOSIO DE IIM ESTUDIANTES



Sociedad Mexicana de Materiales A.C.



Universidad Nacional Autónoma de México. ISSN en trámite.

El Simposio de Estudiantes Asociados al Instituto de Investigaciones en Materiales es un foro organizado por y para los estudiantes. Es una buena oportunidad para escucharnos y para aprender entre nosotros. También sirve para saber cómo se organiza un evento de esta naturaleza, lo que sin duda es parte de la formación útil para cualquier persona en el mundo académico. Además es un evento organizado con frescura en el que se nota la juventud y la alegría de quienes participan. Este será el tercero y en esta ocasión, a diferencia de lo que ocurrió en los otros simposios, los organizadores y las organizadoras decidieron tener pláticas invitadas y convencieron a colegas investigadores de prestigio para que se nos unieran. Además se articularon para también celebrar el Año Internacional de la Luz y las Tecnologías Basadas en la Luz propuesto por la UNESCO para el año 2015. Las dos ideas son excelentes iniciativas que sin duda enriquecerán el simposio. Felicidades por ellas y por el entusiasmo con el que participan, y muchas gracias por la organización. Esperemos que todas y todos lo podamos disfrutar.

Ana Martínez

Directora

Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM.

El Simposio de Estudiantes IIM es un evento que se ha llevado a cabo desde julio de 2013, en las instalaciones del Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM, campus Ciudad Universitaria. Este simposio cuenta con la organización de los estudiantes asociados a este instituto, ya sea de estancia de investigación, licenciatura, maestría, doctorado y posdoctorado. Los alumnos son los encargados de la organización de las actividades, desde la preparación de la convocatoria hasta mismo cierre del evento.

Este año se cuenta con la participación del Museo de la Luz, conmemorando el Año Internacional de la Luz y las Tecnologías Basadas en la Luz propuesto por la UNESCO para este 2015. Además de conferencistas de nivel nacional e internacional, como es la participación del Dr. W. Luis Mochan Backal del Instituto de Ciencias Físicas, UNAM campus Morelos y del Dr. Arturo Ponce Pedraza de la Universidad de Texas en San Antonio (The University of Texas at San Antonio, UTSA por sus siglas en inglés). También se cuenta con la participación de la Dra. Karina Suárez Alcántara del IIM-UNAM, unidad Morelia, del Dr. Mario Alejandro Rodríguez Rivera del Centro de Investigaciones en Óptica, Gto., y del Dr. Mathieu Christian Anne Hautefeuille de la Facultad de Ciencias, UNAM. Adicionalmente, se gestó la intervención de la empresa JEOL con la conferencia impartida por el M.C. Martin Palacios Dorado titulada: *“Aplicaciones de la Microscopia Electrónica de Alta Resolución en Ciencias de Materiales”*.

Contamos con la participación de 36 presentaciones orales y 46 pósters que abordan las temáticas de: Nanomateriales y nano-estructuras, Películas Delgadas y membranas, Fluidos y materiales complejos, Materiales para la ecología, Biomateriales, Superconductividad y propiedades de materiales a bajas temperaturas, Teoría y simulación de materiales, Materiales magnéticos, Materiales ferroeléctricos, Materiales opto-electrónicos, Síntesis y procesamiento de materiales poliméricos y Síntesis y procesamiento de materiales cerámicos.

Este año, como actividad especial se creó el 1er Maratón de Conocimientos IIM, el cual tuvo la finalidad de divertir y a la vez profundizar en conceptos manejados en el ámbito de los materiales, fomentando la sana convivencia y relajación de los estudiantes.

El Simposio de Estudiantes IIM, ha ido creciendo año con año y fortaleciéndose en el instituto como parte académica y de convivencia entre los estudiantes. Este año se tuvo la participación de más escuelas e instituciones foráneas debido a la insistencia de interesados que solicitaron un espacio dentro de este evento, lo que nos indica que el evento ha sido difundido de manera adecuada y ha llegado al objetivo: *el crecimiento y reconocimiento*.

Comité Organizador

Tercer Simposio de Estudiantes IIM

M. en C. I. César Ulises Acevedo Salas

Doctorado. Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales

M. en C. I. Roxana Marisol Calderón Olvera

Doctorado. Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales

M. en C. María Teresa Flores Martínez

Doctorado. Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales

I. en M. Héctor Martínez Hernández

Maestría. Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales

M. en C. I. Oscar Edgar Ochoa de Jesús

Doctorado. Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales

Q. Alfonso Hamal Ortiz Ramírez

Maestría. Posgrado en Ciencias Químicas

Dra. Nayeli Rodríguez Fuentes

Posdoctorado. Instituto de Investigaciones en Materiales

M. en C. I. Gabriela Vázquez Victorio

Doctorado. Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales

Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM

Agradecemos todo el apoyo y la colaboración que brindó el personal del Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM para llevar a cabo la organización y realización de este Tercer Simposio de Estudiantes IIM, en especial para:

Dra. Ana María Martínez Vázquez

Griselda Pablo Trinidad

(Dirección)

Dr. Juan A. Hernández Cordero

Alan Dierick Ortega Gutiérrez

(Secretaría Académica)

Dra. Rocío Guadalupe De La Torre Sánchez

(Secretaría de Vinculación y Divulgación)

Dra. Sandra Elizabeth Rodil Posada

Lilia García Vázquez

(Secretaría Técnica de Formación de Recursos Humanos)

Ing. Elio Alberto Rodríguez Guerrero

Beatriz Aguayo Dávila

José Ramón Valdez Gómez

(Secretaría Técnica)

Lic. Antonio Efraín Díaz Martínez

María Antonieta Razo Ledezma

Sigifredo López Valverde

(Secretaría Administrativa)

Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, UNAM

Agradecemos al Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales de la UNAM, por su valiosa contribución, lo que permitió elevar la calidad de este Tercer Simposio de Estudiantes IIM, en especial para:

Dr. Heriberto Pfeiffer Perea

Isabel Gómez Romero

(Coordinación)

Sociedad Mexicana de Materiales

Agradecemos a la Sociedad Mexicana de Materiales, por la calidez con la que nos brindaron respaldo para llevar a cabo la organización este Tercer Simposio de Estudiantes IIM, en especial para:

Dr. José Gerardo Cabañas Moreno

Dra. Claudia Elizabeth Gutiérrez Wing

Márgara Smith

Museo de la Luz, UNAM

Agradecemos al Museo de la Luz, por su invaluable colaboración y participación en este Tercer Simposio de Estudiantes IIM, en especial para:

Biol. Pilar Contreras Irigoyen

(Subdirección)

Fís. Isaías Hernández Valencia

(Servicios Académicos)

Pedag. Vianey Lara Marín

Psic. Jacqueline García Sandoval

(Actividades Extramuros)

Opt. Olivia Guerrero Ramírez

(Demostración *Disección de Ojo*)

Patrocinadores

Agradecemos la valiosa aportación que otorgaron los patrocinadores al Tercer Simposio de Estudiantes IIM, en especial para:

Ing. Leopoldo Enríquez
(JEOL)

Ing. Miguel Ángel Mata Palacios
(EQUIPAR)

M.C. Carmen Espinoza Ayala
(SIGMA-ALDRICH)

Martha Moreno Bravo
(CHEMISA)

Dra. Luz Eugenia Alcántara Quintana
(CIMERTEC)

Investigadores

Agradecemos a los investigadores que brindaron su valiosa experiencia y tiempo para llevar a cabo la evaluación de los resúmenes recibidos en el Tercer Simposio de Estudiantes IIM.

Dra. Andrea Luisa Aburto Espina

Facultad de Ciencias, UNAM

Dra. Ana Guadalupe Rodríguez García

Facultad de Medicina, UNAM

Dra. Selena Gutiérrez Flores

Dr. Carlos Cosío Castañeda

Facultad de Química, UNAM

Dra. Rosalba Castañeda Guzmán

Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET), UNAM

Dra. Carla D. Aguilar Lugo

Dr. Manuel García Hipólito

Dr. Diego Solís Ibarra

Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM

Dr. Francisco Javier Naranjo Chávez

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Torreón, Universidad Autónoma de Coahuila

Dra. Araceli Martínez Ponce

Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez

Dra. Luz Eugenia Alcántara Quintana

Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT)

Dr. Diego Francisco Hernández Ramírez

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán”

Dr. Juan Cristóbal Camacho Arriaga

Instituto Tecnológico de Morelia.

Agradecemos también a los investigadores que brindaron su valiosa experiencia y tiempo para llevar a cabo la evaluación del desempeño de los participantes que presentaron trabajos en el Tercer Simposio de Estudiantes IIM.

Dr. Mathieu Christian Anne Hautefeuille

M. en C. Gerardo Daniel Fernández Sánchez

Facultad de Ciencias, UNAM

Dra. Ma. Cristina Piña Barba

Dr. Diego Solís Ibarra

Dr. Raúl A. Valenzuela Monjarás

Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM

Dr. Mario Alejandro Rodríguez Rivera

Centro de investigaciones en Óptica, Gto.

Dr. Francisco Javier Naranjo Chávez

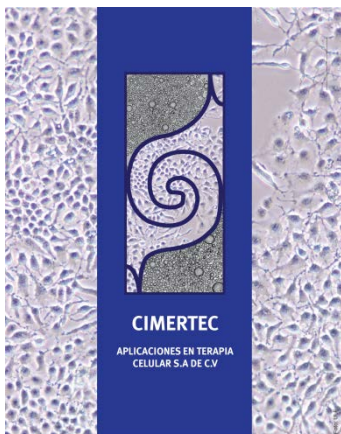
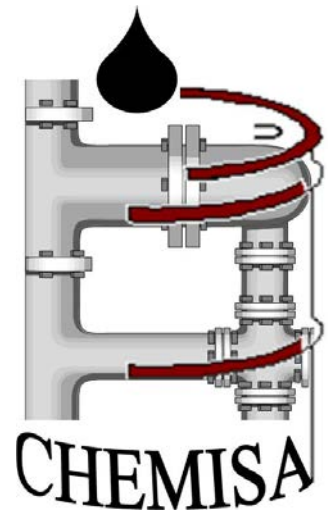
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Torreón, Universidad Autónoma de Coahuila

Dr. Arturo Ponce Pedraza

The University of Texas at San Antonio



SIGMA-ALDRICH®



Descelularización de órganos: Diseño y construcción de un dispositivo para la obtención de andamios 3D; El inicio de los órganos Bioartificiales en México

H. Martínez-Hernández¹, B. León-Mancilla², M. C. Piña-Barba¹, K. Gómez-Lizárraga¹, M. Del Prado-Audelo¹, N. Rodríguez-Fuentes¹, D. Giraldo-Gómez¹, L. Escutia-Guadarrama¹.

1. Instituto de Investigaciones en Materiales, Laboratorio de Biomateriales, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Circuito Exterior s/n, Coyoacán, C.P. 04510, México D.F.
2. Facultad de Medicina, Depto. De Cirugía, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, s/n, Coyoacán, C.P. 04510, México D.F.
heftor_mh@live.com.mx

La ingeniería de tejidos tiene como principal objetivo obtener andamios 3D adecuados; esto se puede lograr mediante la descelularización de un órgano donante que puede estar funcionalizado mediante la colocación de células madre del paciente. El objetivo general de esta investigación es obtener andamios 3D por descelularización[1] de órganos porcinos; esto implica la eliminación de las células del órgano con la perfusión de diferentes soluciones a través del sistema vascular en el órgano, dejando intacta la estructura de apoyo llamada matriz extracelular (MEC), la composición principal es colágeno, elastina y otras proteínas de señalización, conservando la arquitectura esencial de cada órgano[2]. El proceso de descelularización se realiza en un dispositivo, diseñado y construido en el laboratorio específicamente para este propósito llamado Bio-MEC, esto garantiza la obtención de la matriz extracelular, sin dañar o modificar su composición.

Los órganos son tratados con una solución salina pH 7,4 para eliminar la sangre y luego descelularizados con una solución aniónica[3]. Los andamios se estudiaron mediante Histología, IR y SEM, con las cuales se observa la ausencia de células y se confirma la presencia de colágeno. El tiempo requerido para la descelularización se relaciona con las características intrínsecas del órgano a ser procesado, que pueden ir desde unas pocas horas hasta varios días. La estructura de cada órgano se mantiene después del proceso de descelularización confirmado por las imágenes de SEM.

Utilizando el dispositivo de Bio-MEC se obtienen andamios 3D que mantienen las características deseables de la matriz extracelular, permite el procesamiento de cualquier órgano que cuente con vasculatura, también puede descelularizar de uno a tres órganos a la vez.

Palabras clave: Ingeniería de tejidos, descelularización, andamios 3D.

Agradecimientos: Los autores agradecen al programa PAPIIT a través del proyecto IG100114, CONACyT a través del proyecto 214128. A Sergio Serrano Guzmán, Verónica Rodríguez Mata, Damaris Cabrero Palomino, Miguel Ángel Martínez Canseco, por el soporte técnico.

Referencias: 1Harald C. Ott et al., Decellularized scaffolds as a platform for bioengineered organs. Current Opinion Organ Transplant 2014, 19:145-152. 2Giuseppe Orlando et al., Discarded human kidneys as a source of ECM Scaffold For Kidney Regeneration technologies. Biomaterials 2013, 34:5915-5925. 3Stephen F. Badylak et al., An overview of tissue and whole organ decellularization processes.

Descelularización de cartílago: un nuevo enfoque para la obtención de andamios celulares empleados en ingeniería de tejidos

David M. Giraldo¹, Julieta Garcia², David Garciadiego², Lenin Tamay³, Avelina Sotres⁴, María Del Prado¹, Karla Gomez¹, Héctor Martínez¹, Lidia Escutia¹, Nayeli Rodríguez¹, Cristina Piña¹.

¹Instituto de Investigaciones en Materiales-UNAM, ²Unidad de Ingeniería de Tejidos Terapia Celular y Medicina Regenerativa – Instituto Nacional de Rehabilitación, ³Laboratorio de Biotecnología-CENIAQ-Instituto Nacional de Rehabilitación, ⁵Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias “Ismael Cosío Villegas”

davidmauro2008@gmail.com

La tráquea es un órgano del aparato respiratorio de carácter cartilaginoso que se extiende desde la laringe hasta los bronquios principales. Su función, es brindar una vía abierta al aire inhalado y exhalado, hacia y desde los pulmones [1]. Existen diferentes alteraciones traqueales relacionadas con la función del cartílago. Estas alteraciones, son capaces de provocar en el paciente, un colapso dinámico con obstrucción de la vía aérea e insuficiencia respiratoria [2,3]. Actualmente, no existen estrategias quirúrgicas definitivas para la reparación de lesiones traqueales mayores a 7 cm [2,3].

Para dar solución a los problemas relacionados con alteraciones en la integridad y función de la tráquea en esta investigación hemos diseñado un protocolo de descclularización cíclico de tráquea, el cual toma un tiempo de 15 días (tiempo significativamente menores a los reportados hasta el momento para este tipo de órgano). El protocolo se caracterizó fisicoquímicamente mediante análisis térmico y microscopia electrónica de barrido para establecer cambios en la estabilidad estructural de la matriz. Por otro lado se llevó a cabo la caracterización biológica del andamio a través de tinciones histológicas) para establecer la efectividad de la descclularización y alteraciones en los tejidos que componen la tráquea generados por el proceso de descclularización, a través de la técnica de inmunofluorescencia se midió: la descclularización, la viabilidad y adhesión celular, la capacidad bioinductiva del andamio obtenido, así como la presencia de citoquinas para establecer la respuesta inflamatoria después de implantar la matriz en ratones CD-1. Con dichas técnicas fue posible establecer que el protocolo obtenido genera un andamio apto para ser usado en ingeniería de tejidos y sustituir tráquea.

Palabras clave: tráquea, descclularización, ingeniería de tejidos, cartílago.

Agradecimientos: QFB Damaris Cabrero por su apoyo con las análisis térmicos (TGA y DSC)

Referencias: [1] Westneat, M. W.; Betz, O.; Blob, R. W.; Fezzaa, K.; Cooper, J. W.; Lee, W. Tracheal Respiration in Insects Visualized with Synchrotron X-ray Imaging. Science 2003; (299): 558-560. [2] Sotres, A. Evaluación de las alteraciones macroscópicas, microscópicas y en la expresión de caspasa-3 en el tejido traqueal criopreservado por efecto de la solución, de la temperatura y del tiempo de congelación. Tesis

Doctoral. Universidad Autónoma Metropolitana, México D.F., 2010. [3] Villalba, J. Respuesta tisular del aloinjerto traqueal liofilizado y criopreservado combinado con terapia de inmunosupresión y aplicación tópica del factor de crecimiento del endotelio vascular, Tesis doctoral. Instituto Politécnico Nacional, México, D.F., 2007.

Influencia de las propiedades físico-químicas superficiales de diferentes biomateriales en las interacciones celulares “*in vitro*”

Barrera O.C.¹, Arzate H.², Silva B.P.³, Rodil S.E.⁴

¹Programa de Doctorado en Ciencias Odontológicas, Biomateriales, Facultad de Odontología, UNAM. ²Laboratorio de Biología Celular, DEPeI, Facultad de Odontología, UNAM. ³Instituto Nacional de Rehabilitación. Calz. México Xochimilco 289, Col. Arenal de Gpe, Tlalpan, D.F., México. ⁴Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM.

Resumen: La necesidad de conocer la adhesión, proliferación, citotoxicidad y diferenciación de las células sobre superficies de diferentes materiales[1] juega un papel importante en la determinación de la topografía de los materiales[1-3], por tal motivo en este proyecto de investigación el objetivo es correlacionar las propiedades físico-químicas de la superficie de 6 diferentes biomateriales: 2 metales (titanio comercialmente puro y acero inoxidable 316L), 2 cerámicos (óxido de circonia y porcelana dental) y 2 polímeros (polimetacrilato de metilo y polietileno de alta densidad), con la interacción de células madre (células del ligamento periodontal; PDLSCs por sus siglas en inglés) donde estas superficies queden inmersas en un ambiente celular [(DMEM (Dulbecco’s Modified Eagle’s Medium™) con suero fetal bovino (SFB 10% Gibco®)] realizando la prueba de proliferación celular con la técnica colorimétrica MTT [3-(4,5-dimetiltiazol-2-il) 2,5 bromuro difeniltetrazolio] para determinar la viabilidad en función del tiempo[4], de tal manera se podrá establecer una correlación con la mojabilidad de las superficies[5] (discos, de 14 mm de diámetro y 2 mm de grosor, con una rugosidad de alrededor 2 micras) por medio de un Goniómetro (ramé-hart instrument co. Automated Dispensing System®) con dos líquidos diferentes (DMEM más SFB 10% y agua desionizada). Dando como resultado en la prueba de mojabilidad que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos, sin embargo en la prueba de HSD de Tukey si hubo diferencias significativas en la comparación intragrupal. Los resultados con el ensayo de MTT sugieren una proliferación celular ascendente de los materiales similar al control aunque ligeramente menor. Hasta las 48 h, los materiales se comportan de forma muy similar y a las 96 h, hay mejor respuesta de los metales con respecto a los polímeros.

Palabras Clave: rugosidad, topografía, mojabilidad, proliferación, citotoxicidad, células, metales, cerámicos, polímeros.

Proyecto financiado por CONACYT, Ciencia Básica 152995 y Grupo PAPIIT IN-118814.

Referencias

1. Ponche, A., M. Bigerelle, and K. Anselme, *Relative influence of surface topography and surface chemistry on cell response to bone implant materials. Part 1: Physico-chemical effects*. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part H-Journal of Engineering in Medicine, 2010. **224**(H12): p. 1471-1486.
2. Anselme, K., A. Ponche, and M. Bigerelle, *Relative influence of surface topography and surface chemistry on cell response to bone implant materials. Part 2: biological aspects*. Proc Inst Mech Eng H, 2010. **224**(12): p. 1487-507.
3. Galli, S., et al., *Surface Characterization and Clinical Review of Two Commercially Available Implants*. Implant Dentistry, 2013. **22**(5): p. 507-518.
4. Mosmann, T., *Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays*. J Immunol Methods, 1983. **65**(1-2): p. 55-63.

5. Ponsonnet, L., et al., *Relationship between surface properties (roughness, wettability) of titanium and titanium alloys and cell behaviour*. *Materials Science & Engineering C-Biomimetic and Supramolecular Systems*, 2003. **23**(4): p. 551-560.

Efecto osteoinductor de la matriz ósea bovina

Rodríguez Fuentes N¹., Alcántara Quintana L. E²., Reynoso Ducoing O³., Gómez Lizárraga K¹., Martínez Hernández H¹., Del Prado Audelo M. L¹., Giraldo Gómez D¹., Escutia Guadarrama Lidia¹, Ambrosio Hernández J³., Piña-Barba M.C¹.

¹Lab. De Biomateriales, Depto. Materiales Metálicos y Cerámicos, Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM,

²Aplicaciones en Terapia Celular, S. A. de C. V., ³Lab. Biología del Citoesqueleto, Depto. Microbiología y Parasitología, Facultad de Medicina, UNAM.

nayerodf@yahoo.com.mx

Introducción: La matriz ósea bovina es un biomaterial empleado en el tratamiento de afecciones óseas, debido principalmente a sus propiedades osteoconductoras, sin embargo, la información acerca de su capacidad osteoinductora aún no ha sido develada.

Metodología experimental: Este trabajo se centra en explorar la capacidad osteoinductora de la matriz ósea bovina Nukbone sobre células troncales mesenquimales humanas, a través de la estimación de aspectos tales como la proliferación, adhesión, y diferenciación celular hacia el linaje osteoblástico mediante técnicas bioquímicas y de biología molecular.

Resultados y discusión: La matriz ósea bovina Nukbone induce la proliferación, adhesión y la diferenciación osteoblástica en un sistema *in vitro* de células troncales mesenquimales humanas, probablemente debido a las características nano, micro y macrotopográficas del material, como ha sido reportado para diversos materiales porosos que permiten este tipo de eventos biológicos a través de procesos como la mecanotransducción.

Conclusiones: La matriz ósea bovina Nukbone, es un potente osteoinductor dado que no requiere de factores solubles externos para inducir la diferenciación osteoblástica.

Palabras clave: Matriz ósea bovina, Nukbone, células troncales mesenquimales, diferenciación osteoblástica, osteoinducción.

Referencias

1. Rodríguez-Fuentes N., *et al.* Nukbone® promotes proliferation and osteoblastic differentiation of mesenchymal stem cells from human amniotic membrane. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 2013, 434: 676–680.
2. Rodríguez-Fuentes N., *et al.* Isolation of human mesenchymal stem cells and their cultivation on the porous bone matrix. *J. Vis. Exp.* (96), e51999, doi:10.3791/51999 (2015).
3. In't Anker, PS., *et al.* Isolation of mesenchymal stem cells of fetal or maternal origin from human placenta. *Stem Cells*. **22** (4), 1338-45, doi: 10.1634/stemcells.2004-0058 (2004).
4. Leyva-Leyva M., *et al.* Characterization of mesenchymal stem cell subpopulations from human amniotic membrane with dissimilar osteoblastic potential. *Stem Cells and Development*. **22**, 1275-1287, doi: 10.1089/scd.2012.0359. (2013).

Respuesta de Titanio en un Medio biológico Simulado

Abril Fonseca García^{1,2}, Jonatán Perez Alvarez¹, Argelia Almaguer Flores³, Sandra Rodil Posada¹.

¹ Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior s/n, CU, México D.F. 04510, México.

² Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México.

³ Laboratorio de Genética Molecular, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, 04510 México D. F. México.

afonsecaiim@comunidad.unam.mx

Palabras Clave: *Titanio, capa pasiva de óxido, electroquímica.*

El Titanio es un metal que se utiliza ampliamente como implante endoóseo, debido a su buena respuesta *in vivo*, su éxito se atribuye a la capa pasiva de óxido que forma en su superficie, siendo esta la que interacciona con el medio biológico implantación [1]. Se ha propuesto que el espesor de dicha capa pasiva crece tras su implantación en el cuerpo humano debido a las reacciones que ocurren entre la superficie y los radicales involucrados (especies oxidativas) en la reacción del sistema biológico por la implantación [1-4]. El objetivo del presente trabajo es corroborar dicha hipótesis realizando un estudio *in vitro* de la interacción entre superficies de Ti y soluciones de peróxido de hidrógeno (H₂O₂). Para lo cual se propone realizar un estudio comparativo, analizando la respuesta electroquímica de superficies de titanio puro (cpTi), acero inoxidable 316L (SS316L) y películas delgadas de óxido de titanio cuando son sumergidas en soluciones de H₂O₂.

Metodología Experimental: Se usaron discos de 15 mm de diámetro y 2 mm espesor pulidos a acabado espejo. Las películas de TiO₂ se depositaron sobre cpTi mediante pulverización catódica. Todas las superficies se caracterizaron antes y después de su inmersión en soluciones de H₂O₂.

Los resultados confirman que el efecto del H₂O₂ en la superficie de cpTi es hacerlo más noble a diferencia del SS316L, lo cual puede explicarse como consecuencia del crecimiento de la capa pasiva de óxido de titanio. En acuerdo con el hecho de que las películas de TiO₂, al ser capas compactas, no muestran cambios significativos en su potencial de corrosión.

[1] Jaafar Mouhyi, David M. Dohan Ehrenfest, Tomas Albrektsson, The Peri-Implantitis: Implant Surfaces, Microstructure, and Physicochemical Aspects. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 14(2) (2012).

[2] Tengvall P, Elwing H, Sjoqvist L, Lundstrom I, Bjursten LM. Interaction between hydrogen peroxide and titanium: a possible role in the biocompatibility of titanium. *Biomaterials* 10 (1989) 118–120.

[3] Tengvall P, Lundstrom I, Sjoqvist L, Elwing H, Bjursten LM. Titanium-hydrogen peroxide interaction: model studies of the influence of the inflammatory response on titanium implants. *Biomaterials* 10 (1989) 166–175.

[4] C. Fonseca, M.A. Barbosa. Corrosion behaviour of titanium in biofluids containing H₂O₂ studied by electrochemical impedance spectroscopy. *Corrosion Science* 43 (2001) 547-559.

Imagenología por matrices de Mueller en pruebas de tensión uniaxial

Natanael Cuando-Espitia, Francisco Sánchez-Arévalo y Juan Hernández-Cordero

Instituto de Investigaciones en Materiales UNAM

natanael@iim.unam.mx

El pericardio es una membrana que cubre el corazón de los mamíferos. La función del pericardio es proteger el corazón y aislarlo de los órganos vecinos. Como otros tejidos conectivos, el pericardio se compone principalmente de fibras de colágeno. Debido a su grosor regular y a sus propiedades mecánicas, el pericardio de bovino ha sido ampliamente utilizado como parche biológico y reemplazo de válvulas cardíacas. Los pacientes con válvulas a base de pericardio no necesitan un tratamiento anticoagulante de por vida. Aunque el uso de pericardio de bovino en aplicaciones médicas es amplio, el conocimiento para predecir su comportamiento una vez dentro del cuerpo humano todavía no está claro.

En general, los métodos de caracterización óptica permiten realizar pruebas sin contacto y menos invasivas comparadas con sus contrapartes mecánicas. Recientemente, la imagenología por matrices de Mueller (*Mueller Matrix Imaging*, MMI) ha tenido gran atención como una herramienta para obtener información de medios difusos. La técnica de MMI consiste en la obtención de la matriz Mueller para cada píxel de una cámara CCD y relacionar los elementos de la matriz con las propiedades ópticas de la muestra. Una de las características más interesantes del análisis de las matrices Mueller es el cálculo directo de la retardancia, que es proporcional a la birrefringencia del material. En este trabajo se muestran los resultados de la aplicación de MMI durante un ensayo de tensión uniaxial en pericardio de bovino previamente fijado con glutaraldehído.

Citocinas presentes en la diferenciación *in vitro* de osteoblastos a partir de células troncales inducida por matriz ósea

Alvarado Olvera C. Alejandra¹, Rodríguez Fuentes Nayeli², Ambrosio Hernández Javier R.³, Piña Barba M. Cristina⁴, Reynoso Ducoing Olivia⁵

¹FES-Cuautitlán. UNAM, ^{2,4}Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM, ^{3,5}Facultad de Medicina, UNAM.
ale.alejandra6692@hotmail.com

La osteoimmunología es el estudio de la interacción a nivel molecular de los sistemas esquelético e inmunológico.¹ El uso de biomateriales en ingeniería de tejidos como tratamiento de pérdida de la continuidad ósea ha incrementado recientemente, sin embargo algunas moléculas de señalización involucradas en la conducta celular del hueso se ignoran.^{2,3} Probablemente las citocinas implicadas en el uso del Nukbone® como biomaterial, jueguen un papel integral en las interacciones osteoimmunológicas, no obstante se desconocen al igual que su posible intervención en procesos de tipo pro o antiinflamatorio que pudieran tener repercusiones en el rechazo o aceptación del tratamiento. **OBJETIVO:** Identificar las principales citocinas (IL-1,IL-6,IL-1,IL-13 y TNF- α) involucradas en la diferenciación *in vitro* de células troncales mesenquimales derivadas de amnióticas en osteoblastos a partir de su cultivo en NKB. **METODOLOGÍA:** Se obtuvieron hMSC(células troncales mesenquimales humanas) a partir de placentas por digestión de trispina/colagenasa, posterior caracterización a través de ensayo clonogénico, multipotencialidad e inmunotipificación. Determinación de proliferación, disposición morfológica y perfil de citocinas secretadas durante la diferenciación osteoblástica. **DISCUSIÓN y CONCLUSIONES:** El perfil de citocinas secretadas servirá como conocimiento previo para comprender parte del mecanismo por el cual el NKB favorece la regeneración ósea mediante la potenciación de la diferenciación osteoblástica, así como su aceptación como biomaterial en la clínica.

Palabras clave: hMSC citocinas, osteoblastos.

Referencias:

- [1]. Stevens, M. (2008). Biomaterials for bone tissue engineering. *Materialstoday*, 11, 18-25
- [2] Shin, H., Jo, S. y Mikos, A. (2003). *Biomaterials*. Elsevier. 24,4353-4364.
- [3] Rho, J., Takami, M. and Choi Y. (2004). Osteoimmunology: Interactions of the Immune and Skeletal System. *Molecules and Cells*. 17, 1-9

Membranas de colágena tipo I entrecruzada con EDC: caracterización fisicoquímica

Del Prado Audelo M. L.¹, Escutia Guadarrama L.¹, Giraldo Gomez D.M.¹, Gomez Lizárraga K.K.¹, Martínez Hernandez H.¹, Rodríguez Fuentes N.¹, Piña Barba M.C.¹

¹Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM. Av. Universidad 3000, Del. Coyoacán, C.P. 04510, México D.F
malusin@hotmail.com

La colágena, componente de la matriz extracelular, es el mayor componente del tejido conectivo en los tendones, ligamentos, piel, hueso y las cápsulas fibrosas de órganos internos. La colágena tipo I es material más usado para andamios en ingeniería de tejidos debido a numerosas ventajas, incluyendo su baja antigenicidad, abundante disponibilidad y su gran biocompatibilidad. Sin embargo, los usos de esta proteína como biomaterial para aplicaciones biomédicas son limitados puesto que posee bajas propiedades mecánicas en medio acuoso y a elevadas temperaturas, así como una susceptibilidad a la degradación enzimática in vivo. Con el fin de mejorar las propiedades físicas y la resistencia al ataque enzimático, es necesario estabilizar la molécula de la colágena, para esto es necesario introducir enlaces covalentes. El entrecruzamiento con carbodiimidas es especialmente atractivo para aplicaciones biológicas ya que este entrecruzante no permanece en el enlace químico. En este estudio, colágena de origen bovino fue liofilizada y entrecruzada con 1-etil-3-(3-dimetil aminopropil)carbodiimida (EDC). Las películas reticuladas se caracterizaron mediante Microscopía Electrónica de Barrido (MEB), Espectroscopia Infrarroja (FT-IR), Calorimetría Diferencial de Barrido. Se han hecho pruebas también de absorción, deshidratación y degradación enzimática.

Palabras clave: Biomateriales, colágena, EDC.

Agradecimientos: Al Dr. Omar Novelo Peralta y Q. Miguel Ángel Canseco por su apoyo técnico. Al proyecto DGAPA UNAM IG100114y al proyecto CONACyT 214128.

Referencias: Madison A. S., Carnali O. J. pH optimization of amidation via carbodiimides. Ind. Eng. Chem. Res. 52(2013)13547–13555.

Groeber F., Holeiter M., Hampel M., Hinderer S., Schenke-Layland K. Skin tissue engineering – In vivo and in vitro applications. Advanced Drug Delivery Reviews 128(2011)352-366.

Usha R., Sreeram K.J, Rajaram A. Stabilization of collagen with EDC/NHS in the presence of L-lysine: A comprehensive study. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 90 (2012) 83– 90.

Síntesis de materiales a base un núcleo de porfirina y unidades de ácido cólico como grupos pendientes.

Edgar Aguilar-Ortiz¹, Nicolas Lévaray², Xiao Xia Zhu², Ernesto Rivera¹.

¹Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior Ciudad Universitaria C.P. 04510, México D.F. México.

²Department of Chemistry, Université de Montréal, C.P. 6128, Succursale Centre-ville, Montréal, QC, H3C 3J7, Canada.
edgaraguilar08@gmail.com

Introducción. Hoy en día la unión de dos o más compuestos con propiedades químicas, físicas o mecánicas diferentes ha dado como resultado nuevos materiales que poseen las cualidades de los utilizados como precursores y en ocasiones las propiedades han demostrado ser mucho mejores. Nuestro interés se enfocó en el desarrollo de un material que contenga una especie con propiedades fotofísicas únicas y también una especie que demuestre propiedades potenciales en el campo de la medicina y de la ciencia de polímeros; como son las porfirinas y el ácido cólico.

Lo que hace interesantes a las porfirinas son sus propiedades fotofísicas (Absorción y Fluorescencia). Los resultados han sido materiales para su uso en celdas solares, catálisis, química supramolecular etc¹. Por otro lado, las propiedades anfífilas del ácido cólico han hecho de este un compuesto que ha encontrado una gran aceptación en la ciencia de polímeros, reconocimiento molecular e incluso en el campo de la farmacología^{2,3}.

Metodología. La unión covalente de estos dos sistemas, se realizó mediante condiciones típicas de “click chemistry”.

Resultados. Se obtuvieron dos compuestos que poseen núcleos de porfirina y ácido cólico como grupos pendientes (cuatro y ocho), la caracterización se realizó mediante las técnicas de RMN, MALDI-TOF, UV-vis y fluorescencia. Con los resultados de UV-vis, es posible observar la formación de agregados tipo J, los cuales se pueden formar con mayor facilidad en la estructura que posee cuatro unidades de ácido cólico.

Referencias: 1) Finikova O.; Galkin A.; Rozhkov V.; Cordero M.; Hagerhall C.; Vinogradov S., *J. Am. Chem. Soc.* **2003**, 125, 4882. Choi M-S., *Tetrahedron. Lett.* **2008**, 49, 7050. Tian B.; Wang C.; Zhang S.; Feng L.; Lui Z., *ACS Nano* **2011**, 5, 7000. 3) Chen Y., Luo J., Zhu X.X. *J. Phys. Chem. B* **2008**, 112, 3402. Gautrot E. J.; Zhu X.X. *Angew. Chem.* **2006**, 118, 7026. 3) Dukh M.; Saman D.; Lang K.; Pouzar V.; Cerny I.; Drasar P.; Kral V. *Org. Biomol. Chem.* **2003**, 1, 3458. Kolehmainen E.; Koivukorpi J.; Sievanen E.; Kral V. *Supramolecular Chemistry.* **2005**, 17, 437. Kalenius E.; Koivukorpi J.; Kolehmainen.; Vainiotalo P. *Eur. J. Org. Chem.* **2010**, 1052.

Manufactura de andamios tridimensionales poliméricos por 3D-bioplotting para regeneración ósea

K. K. Gómez-Lizárraga¹, M. C. Piña-Barba¹, C. Escobedo², M. L. Del Prado-Audelo¹, N. Rodríguez-Fuentes¹,
D. Giraldo-Gómez¹, L. Escutia-Guadarrama¹

¹Instituto de Investigaciones en Materiales, Laboratorio de Biomateriales, UNAM,
Ciudad Universitaria, Circuito Exterior s/n, C.P. 04510 México D.F.

²Queen's University, Kingston, Ontario, Canada, K7L 3N6

karlagomliz@hotmail.com

El campo de la ingeniería de tejidos se conforma de la triada biomaterial, células y factores de crecimiento, aplicando los principios de la ingeniería y ciencias de la vida para la fabricación de substitutos biológicos que mantengan, mejoren o restauren la función de órganos y/o tejidos en el cuerpo humano que se han visto afectados fisiológica o funcionalmente como consecuencia de algún daño o patología [1].

Una de las recientes tecnologías de prototipado rápido (RP) para la fabricación de andamios es el 3D bioplotting cuyo principio se basa en la extrusión de un biopolímero o cerámico que se va depositando capa por capa hasta la obtención de una estructura tridimensional. El objetivo del presente trabajo es la manufactura de andamios de policaprolactona (PCL) y de la mezcla de PCL-Nukbone® para emplearse en regeneración ósea. Para lo cual se determinaron los parámetros de operación adecuados que nos permitan controlar el tamaño de poro e interconectividad entre los mismos [2] que serán los conductos por los que las células se adherirán, proliferarán y migrarán, además de que son las vías por las que se transportan los nutrientes y metabolitos. Posterior a la manufactura se realizaron los estudios de SEM, proliferación celular y pruebas mecánicas.

Palabras clave: ingeniería de tejidos, 3D bioplotting

Agradecimientos: A PAPIIT por su apoyo económico a través del proyecto IG100114, al CONACyT a través del proyecto 214128 y a "The Association of Universities and Colleges of Canada por el apoyo recibido mediante la beca Canada-Latin America and the Caribbean Research Exchanges (LACREG)" A Leone Ploeg del Human Mobility Research Centre (HMRC) en Kingston, Ontario, Canadá por el apoyo técnico brindado.

Referencias:

[1] Langer, R. and Vacanti, J.P. Tissue engineering. Science, (1993); **260**:920-926

[2] Landers R., Pfister A., Hübner U., Jhon H., Schmelzeisen R., Müllhaupt R. Fabrication of soft tissue engineering scaffolds by means of rapid prototyping techniques. Journal of Material Science (2002); **37**:3107-3116.

Funcionalización de poli (ϵ -Caprolactona) con anhídrido maléico para su potencial uso en ingeniería de tejidos y liberación de fármacos.

Pedro J. Salas A.¹, Ricardo Vera G.¹, María J. Bernad B.², Alfredo Maciel C.¹

¹Instituto de Investigaciones en Materiales, Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D. F.,

²Facultad de Química, Circuito interior, Ciudad Universitaria, México D.F. C.P. 04510

En la regeneración de tejidos se utilizan polímeros sintéticos biocompatibles, tales como poli(ϵ -caprolactona) (PCL), además es utilizado en liberación controlada de fármacos, sin embargo su alta hidrofobicidad y pocos sitios de anclaje para moléculas (fármacos o colágeno) lo vuelven menos atractivo frente a otros polímeros, es por eso que en este trabajo se reporta el efecto de la funcionalización de PCL con anhídrido maléico (PCLAM). La reacción consistió en injertar anhídrido maléico por medio de una reacción de radicales libres, utilizando peróxido de benzoílo como iniciador. Se analizó también el efecto de la temperatura de reacción (70 y 110 °C) en el porcentaje de injerto. La caracterización se apoyó con análisis por espectroscopia infrarroja (ATR-FTIR), UV-Vis, resonancia (RMN-HI), calorimetría (DSC), análisis termogravimétrico (TGA) y ángulo de contacto. El grado de funcionalización se determinó con base en la presencia de la señal de IR correspondiente al grupo metino característico de la molécula injertada (2894 cm⁻¹) y de la misma manera para RMN-HI a 3.54 ppm. El porcentaje injerto analizado por UV-vis fue de 5.1 y 4.9 % a 70 y 110°C respectivamente. El ángulo de contacto de agua fue de 89° y 122° indicando que la hidrofobicidad disminuyó en 30.0 y 3.7 % respecto al PCL. El análisis térmico demostró que PCL al modificarlo con AM su punto de fusión y su Tg aumenta en 1 °C para ambos polímeros. Estos resultados sugieren que el PCL-AM es un material potencialmente útil en la elaboración de andamios para ingeniería de tejidos y liberación de fármacos, debida a su porcentaje de funcionalización.

(Apoyos: DGAPA-UNAM, Proyecto IN198913 y CONACYT, Proyecto CNPq 117373)

ALCÁNTARA, S. 2014. *Obtención de nanofibras modificadas de poli(ϵ -caprolactona) por electrohilado para aplicaciones biomédicas*. Maestría en Ciencia e Ingeniería en Materiales, UNAM.

OSPINA, A. 2011. *Obtención y caracterización de nanofibras de poli (ácido láctico) modificado con colágeno mediante la técnica de electrohilado*. UNAM.

TIWARI, S. K., TZEZANA, R., ZUSSMAN, E. & VENKATRAMAN, S. S. 2010. Optimizing partition-controlled drug release from electrospun core-shell fibers. *Int J Pharm*, 392, 209-17.

KENAWY, E.-R., ABDEL-HAY, F. I., EL-NEWEHY, M. H. & WNEK, G. E. 2009. Processing of polymer nanofibers through electrospinning as drug delivery systems. *Materials Chemistry and Physics*, 113, 296-302.

Estudio de un andamio de colágena tipo I para su posible aplicación en ingeniería de tejido hepático

Escutia Guadarrama L.¹, Del Prado Audelo, M.L.², Giraldo Gómez, D.M.³, Gutiérrez Reyes, E.G.⁴, Gómez Lizárraga, K.K.⁵, Martínez Hernández, H.⁶, Rodríguez Fuentes, N.⁷, Piña Barba, M.C.⁸

^{1,2,3,5,6,7,8}Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM, ⁴Facultad de Medicina, UNAM

lidia.escutia@gmail.com

En base a información del sistema nacional de información en salud (SINAIS), la cirrosis hepática y las enfermedades crónicas del hígado son la 4^o causa de muerte en México [1], siendo el trasplante de hígado el único tratamiento realmente efectivo para las fases finales de daño hepático; sin embargo, los trasplantes hepáticos presentan importantes desventajas entre las que se encuentran: reducido número de donadores, alto costo del procedimiento, la complejidad de la cirugía y la necesidad de un tratamiento inmunosupresión de por vida para disminuir el riesgo de un posible rechazo.

De las razones anteriores se desprende la necesidad de explorar nuevas estrategias basadas en la ingeniería de tejidos y/o en la medicina regenerativa que permitan generar una alternativa eficiente al trasplante hepático. El desarrollo de andamios para promover la regeneración hepática es un área importante dentro de la ingeniería de tejidos aplicada a hígado [2].

Este trabajo tiene como objetivo estudiar la respuesta que genera un andamio obtenido a partir de matriz ósea bovina [3] desmineralizada en una línea celular de hepatocitos humanos mediante análisis por Microscopía Electrónica de Barrido, proliferación celular por incorporación de BrdU y estudio de migración celular.

Dado que el andamio está compuesto primordialmente por colágena tipo I que es un componente de la matriz extracelular, además de ser un material con una red de poros interconectados, se espera que el entorno que se genere sea apropiado para brindar a las células un soporte estructural sobre el cual puedan migrar y proliferar adecuadamente.

Palabras clave: andamio, colágena, hígado, ingeniería, tejidos.

Agradecimientos: al Laboratorio de Hígado, Páncreas y Motilidad de la Facultad de Medicina de la UNAM por las facilidades brindadas para la realización de experimentos, a BIOCRISS S.A. de C.V. por proporcionar el material Nukbone para realizar las pruebas, al proyecto IG100114 del PAPIT-UNAM y al 214128 del CONACyT.

Referencias

[1] Sistema Nacional de Información en Salud. Principales causas de mortalidad en México. Consultado en: sinais.salud.gob.mx/descargas/xls/m:005.xls

[2] Lee JS, Cho SW. Liver Tissue Engineering: Recent Advances in the Development of a Bio-artificial Liver. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*. 2012; 17: 427 – 438.

[3] Piña MC, Munguía NA, Palma CR, Lima R. Caracterización de hueso bovino anorgánico: Nukbone. *Acta Ortopédica Mexicana*. 2006; 150 – 155.

Caracterización de hidroxiapatita nanométrica obtenida por el método sol-gel

K. E Reyes Morales¹, M Gutierrez Robles², M. T Fuentes Romero³.

¹ Universidad tecnológica Fidel Velázquez N. Romero Mex., ² Universidad tecnológica Fidel Velázquez N. Romero Mex., ³ Centro de Investigación e Innovación tecnológica Mex.

reriseth@ymail.com

Resumen

La hidroxiapatita (HAP) es un biocristal, formado por átomos de calcio, fósforo, e hidrógeno, tiene una composición química $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{HO})_2$. La HAP se encuentra presente en dientes y huesos otorgando una dureza característica, éstas pertenecen a la familia de las apatitas, presenta una estructura hexagonal. En lo que respecta a su preparación, la HAP puede obtenerse de manera natural, a partir de corales o de huesos de animales, o bien, de manera sintética por medio del método sol-gel. En el presente trabajo se elaboró la síntesis y caracterizaron de HAP sintética nanométrica por el método sol gel, utilizando nitrato de calcio tetrahidratado ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) y pentóxido de fósforo (P_2O_5) como precursores, con una relación atómica de $\text{Ca}/\text{P}=1.67$ para la obtención de HAP nanocristalina, los resultados obtenidos fueron caracterizados por SEM y DRX. Para comprobar la morfología de la HAP y el tamaño promedio de las partículas y así como la determinación de las fases cristalinas presentes en el material. En el análisis por DRX se pudo determinar que efectivamente el producto obtenido era HAP y una fase de fosfato de calcio. Utilizando la formulación de Debye- Scherrer, se determinó un tamaño promedio de los cristales nanométricos. Por otro lado, en la caracterización por SEM se observó que los cristales forman partículas de un rango entre 20 y 100 nm estas partículas se aglomeran para formar al material. Con estos dos resultados se determinó que se obtuvo hidroxiapatita sintética de orden nanométrico.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Mtra. Adriana Tejeda Cruz por la caracterización por DRX, Dr. Omar Novelo Peralta caracterización y morfología por SEM, Mtra. Damaris Cabrero Palomino por la interpretación de Análisis y resultados. Al instituto de investigación en materiales por la beca otorgada, y por último a la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez, por la formación en la ciencia y tecnología.

Referencia

1. Pedro Bosch Giral, Víctor Hugo Lara C. *Difracción y Florescencia de rayos X*, Editorial terracota México D.F Noviembre 2010
2. Rodrigo Gonzales tenorio, *Síntesis y caracterización de cristales de hidroxiapatita*, Tesis para obtener el título de maestro en ciencia e ingeniería de materiales. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. 2010
3. Margarita Victoria García-Garduño, et al., *La hidroxiapatita, su importancia en los tejidos mineralizados y su aplicación biomédica*, Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, vol. 9, núm. 2, diciembre, 2006, pp. 90-95, Universidad Nacional Autónoma de México.

Movimiento de partículas por medio de ondas ultrasónicas

Moises Trejo D.¹, Octavio Manero B.²

¹Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM, ²Departamento de Reología y Mecánica de Materiales, Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM
e-mail: fqmoises@gmail.com

En años recientes, el estudio del movimiento de células o partículas inducido por ultrasonido ha recibido gran atención debido a la relación con los problemas de separación de partículas en líquidos en industrias químicas, de plásticos y farmacéuticas.

La inducción por ultrasonido del movimiento de partículas se relaciona con la influencia de las ondas acústicas en el movimiento de las partículas, incluso para transportarlas a ciertas regiones [4].

Cuando una partícula se encuentra en el camino de propagación de una onda origina su dispersión. Esta onda dispersada se propaga en todas direcciones desde el objeto dispersivo [3]. Así mismo, la onda ejerce una fuerza sobre la partícula denominada fuerza de radiación acústica. Esta fuerza ocasiona el movimiento de las partículas hacia los planos nodales.

En los experimentos se ha observado que las partículas sometidas a ondas acústicas cilíndricas forman anillos concéntricos. Dispersas en un medio, las partículas migran a donde la fuerza acústica es igual a cero. Entonces, conociendo la expresión de la fuerza de radiación se puede predecir dicho comportamiento. La expresión matemática de la fuerza acústica para fluidos invíscidos se obtiene a partir de la ecuación de Gor'kov, la cual calcula el potencial de la onda [1,2] y para fluidos viscosos se sigue el desarrollo de Bruus [3].

Es por lo tanto posible predecir teóricamente la posición a la cual las partículas migran, es decir, se puede manipular el movimiento de las partículas vía ondas ultrasónicas.

Palabras clave: Fuerza de radiación acústica, Manipulación de partículas, Ondas acústicas.

Referencias:

1. Gor'kov, L.P. "On the Forces Acting on a Small Particle in an Acoustical Field in an Ideal Fluid" Soviet Physics Doklady, Vol. 6, p.773.
2. Barmatz, M.; Collas, P. "Acoustic radiation potential on a sphere in plane, cylindrical, and spherical standing wave fields" J. Acoust. Soc. Am. 1985, 77(3), 928-945.
3. Bruus, H.; Settnes, M. "Forces acting on a small particle in an acoustical field in a viscous fluid" Physical Review E 85, 016327 (2012), 1-12.
4. Wiklund, Martin; Green, Roy; Ohlin, Mathias. "Acoustofluidics 14: Applications of acoustic streaming in microfluidic devices" Lab Chip, 2012, 12, 2438-2451.

Viscosímetro capilar de alta presión

Jairo Duarte-Rodelo (ponente)¹, Hernán Quiroz-Villarreal², Oscar E. Pérez-Sandoval³, Sergio E. Quiñones-Cisneros⁴.

¹Laboratorio de investigación en flujo y tecnología del petróleo, Instituto de investigaciones en materiales, ²Laboratorio de investigación en flujo y tecnología del petróleo, Instituto de investigaciones en materiales, ³Laboratorio de investigación en flujo y tecnología del petróleo, Instituto de investigaciones en materiales, ⁴Laboratorio de investigación en flujo y tecnología del petróleo, Instituto de investigaciones en materiales
elihro.duarte@gmail.com

En el LIFTp (Laboratorio de investigación en flujo y tecnología del petróleo) tenemos la necesidad de medir viscosidad de fluidos desde ligeros ($API > 40$) hasta extra pesados ($API < 10$) en presiones desde 1 hasta 1,000 atmósferas. Para esto se utiliza un viscosímetro de caída de cuerpo (Falling Body). Este, funciona muy bien para fluidos ligeros, pero el proceso de medición es muy lento para fluidos pesados. Por esto, se decidió desarrollar un viscosímetro capilar con los equipos que ya se tenían en el laboratorio.

El sistema está compuesto de 2 bombas de alta presión interconectadas por un capilar. Con una de ellas se estabiliza la presión a la que se desea medir, mientras que con la otra se introduce un flujo constante a través del capilar, lo que genera una diferencia de presión.

Para la calibración del equipo se utilizó un fluido de referencia de viscosidad conocida, cercana a los fluidos que se planeaban medir en el dispositivo. Con esto se obtuvo el diámetro efectivo en el capilar y su variación en función e temperatura y presión.

Con este equipó se logró reducir los tiempos de medición. Un fluido de alta viscosidad que anteriormente tardaría un día completo para medir una presión en una isoterma, ahora podemos medirlo en un par de horas. Esto se traduce en un ahorro de tiempo que puede llegar a representar semanas enteras en el caso de fluidos extra pesados.

Comportamiento de la viscosidad y densidad en petróleo crudo: de extra pesado a extra ligero.

Hernán Quiroz-Villarreal¹, Jairo Duarte-Rodelo², Sergio E. Quiñones-Cisneros³.

¹Laboratorio de Investigación en Flujo y Tecnología del Petróleo Instituto de Investigaciones en Materiales, ²Laboratorio de Investigación en Flujo y Tecnología del Petróleo Instituto de Investigaciones en Materiales, ³Instituto de Investigaciones en Materiales UNAM.
quiroidx@gmail.com

La creciente incorporación de los aceites crudos pesados y extrapesados, a la producción petrolera del país [1], hace necesario estudiar y comprender las propiedades fisicoquímicas de las diferentes variedades de petróleo crudo y sus mezclas, dentro de un amplio rango de condiciones de presión y temperatura, mismas a las que es sometido el crudo durante los procesos de extracción transporte y almacenamiento [2].

Se diseñó un arreglo experimental de alta presión y temperatura [Figura 1] (hasta 1000 bar y hasta 120°C) capaz de medir simultáneamente densidad y viscosidad con la ayuda de un densímetro de tubo vibrante, y un viscosímetro de caída de cuerpo. Para dicho arreglo fue desarrollada y validada una metodología de calibración con ayuda de fluidos de referencia para viscosidad y densidad. La misma metodología sirvió para extrapolar los valores de referencia de los fluidos a alta presión y temperatura, y con ello fue posible calibrar un nuevo diseño de reómetro capilar. Se ha observado que para aceites pesados y extra pesados la viscosidad se incrementa de manera exponencial con el aumento de la presión y que a su vez decrece de manera también exponencial con el aumento de temperatura [Figura 2], mientras que para aceites ligeros el incremento de la viscosidad con la presión es más bien lineal [Figura 3]. Se presume que existe una clara relación entre el comportamiento de la viscosidad y la estructura molecular.

Palabras clave: Viscosidad, Densidad, Petróleo Pesado, Referencia.

Agradecimientos: Schlumberger DBR Canadá, Christian D. Castillo Hernández.

Referencias:

- [1] Secretaría de Energía, D3/CH2010-03 *Determinación de correlaciones experimentales para la caracterización de crudos pesados*. Demanda específica del Fondo Sectorial CONACYT-SENER hidrocarburos, (2012).
- [2] A. Wener, F. Behar, J.D. Hemptinne, and E. Behar, *Thermodynamic properties of petroleum fluids during expulsion and migration from source rocks*, Journal of Organic Geochemistry, 24 (1996), p. 1079-1095.

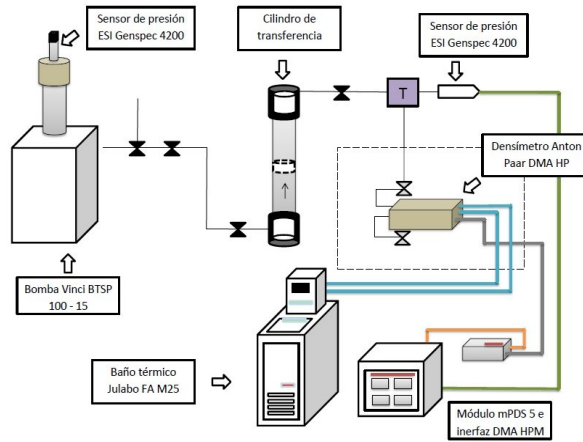


Figura 1 Diagrama del arreglo experimental

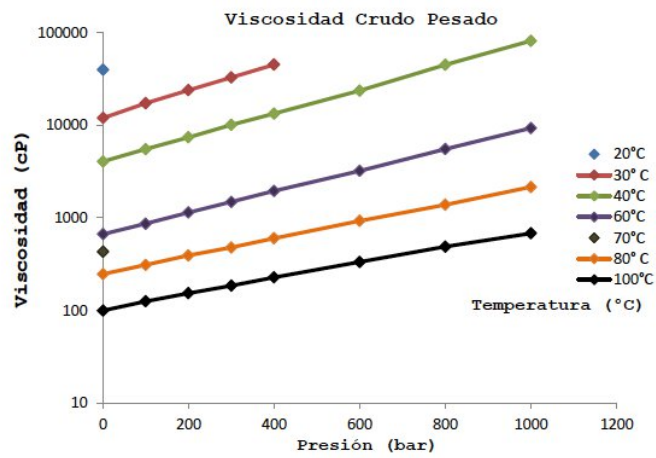


Figura 2: Viscosidad de un caeite crudo pesado

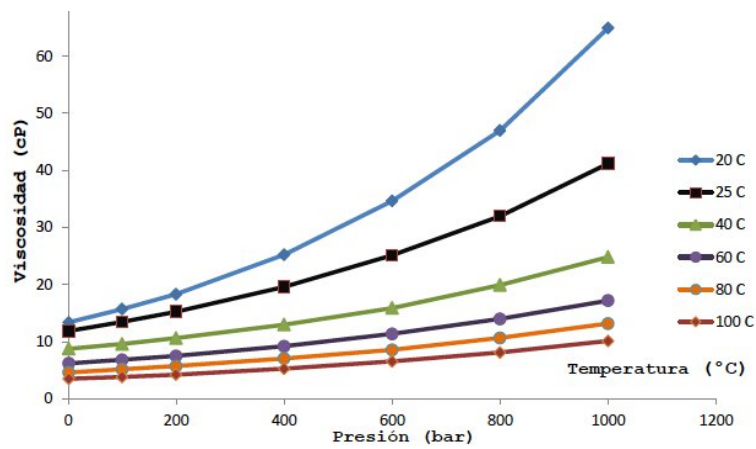


Figura 3: Viscosidad de un aceite crudo ligero

Propiedades mecánicas de hidrogeles híbridos nanocompuestos

I.M. Garnica Palafox^{1,2}, H. Estrella¹, F. Sánchez-Arévalo¹

¹ Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México,

² Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México.

marisol.garnica@gmail.com.

De manera común los hidrogeles poseen bajas propiedades mecánicas, por lo que es necesario entrecruzarlos o mezclarlos con otro tipo de materiales con la finalidad de formar redes macromoleculares híbridas que puedan ser empleadas en entornos mucho más demandantes mecánicamente [1]. Es por ello que en este trabajo se estudió y se llevó a cabo la caracterización mecánica de un hidrogel híbrido impurificado con nanopartículas. Los hidrogeles fueron sintetizados en forma de membranas mediante el método *casting solve* y fueron impurificados con nanopartículas de carbono. De manera similar se sintetizó otro grupo de hidrogeles sin nanopartículas para ser usado como grupo control. La respuesta mecánica de todos los materiales sintetizados, se evaluó mediante pruebas de tensión uniaxial. Para ello, las membranas fueron hidratadas hasta el equilibrio y mediante un suaje con geometría estandarizada se obtuvieron las probetas a ensayar. Las pruebas se llevaron a cabo empleando una celda de carga de 100 N y una velocidad de desplazamiento de 0.16 mm/s.

Los hidrogeles híbridos mostraron un módulo elástico de 197 ± 70 kPa, un esfuerzo a la tensión último de 225 ± 90 kPa y un porcentaje de deformación de 106%; mientras que los hidrogeles impurificados tuvieron 626 ± 100 kPa, 545 ± 100 kPa y 83%, respectivamente.

De esta forma, los hidrogeles híbridos con nanopartículas de carbono presentaron mayores módulos elásticos y resistencia a la tensión última que los materiales sin impurificar, siendo este incremento prácticamente del doble. Este tipo de hidrogel híbrido podría resultar interesante para aplicaciones médicas, ambientales e incluso en la agricultura.

Palabras clave: hidrogel, membrana, propiedades mecánicas

Agradecimientos: Este trabajo se financió a través del proyecto PAPIIT No. IT100215. Los autores agradecen a la Dra. Adriana Tejeda por las mediciones del porcentaje de cristalinidad obtenida por DRX.

[1] Anseth KS, Bowman CN, Brannon-Peppas L. Mechanical properties of hydrogels and their experimental determination. *Biomaterials* 1996;17:1647-57.

Micro-nadadores elásticos bio-inspirados: autopropulsión e interacción fluido-estructura

K. Reynoso^{1,2}, M. Piñeirua¹, R. Zenit², B. Thiria¹ y R. Godoy-Diana¹.

¹Physique ET Mécanique des Milieux Hétérogènes (PMMH) CNRS UMR 7636, ESPCI ParisTech, UPMC, Univ. Paris Diderot 10 rue Vauquelin, 75231 Paris, Cedex 13, France.

²Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM, Ciudad Universitaria, México D.F., México

Reportamos observaciones experimentales de micro-nadadores bio-inspirados accionados por un campo magnético. Los micro-nadadores, fabricados en un polímero elástico (PDMS), consisten en una tira de longitud $L = 1$ a 5 mm y espesor ~ 50 μm con una cabeza magnética. El experimento consiste en utilizar un campo magnético externo para accionar una oscilación de la cabeza del nadador que a su vez resulta en la propagación de la oscilación a lo largo del cuerpo flexible del mismo. El nadador se mueve en la superficie libre de un pequeño tanque de agua, en un montaje similar descrito en las referencias 1, 2. Presentamos en este trabajo mediciones de la velocidad de crucero de los nadadores U y de la cinemática de la ondulación (caracterizada por la amplitud del movimiento de la cola A_r), en función los parámetros que determinan su movimiento: como son la amplitud A_f y la frecuencia f del campo de excitación y la longitud de la cola del nadador L . Resultados preliminares nos permiten discutir el problema de la autopropulsión en números de Reynolds de orden de $Re \sim 10$.

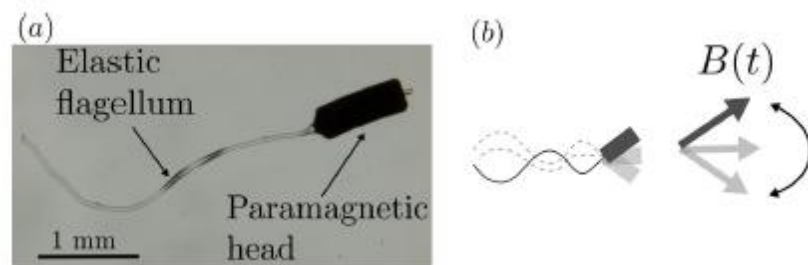


Fig. 1. A) fotografía y b) diagrama esquemático de un micronadador

Agradecimientos: KR agradece el financiamiento del CONACYT para una estancia de investigación en la ESPCI ParisTech.

Referencias

- [1] S. Ramanarivo, R. Godoy-Diana and B. Thiria. Passive elastic mechanism to mimic fish-muscles action in anguilliform swimming. *J. R. Soc. Interface*, **10**, 20130667 (2013).
- [2] S. Ramanarivo, B. Thiria and R. Godoy-Diana. Elastic swimmer on a free surface. *Phys. Fluids*, **26**, 091112 (2014)

Secado de crudos

C. A. Fernández-Gijón¹, Ulises Martínez-Cortés¹, Oscar E. Pérez-Sandoval¹, José Guadarrama-Cetina¹, Sergio E. Quiñones-Cisneros¹.

Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México,
Apo. Postal 70-360, México, D. F. 04510, México
augusto.gijon@gmail.com

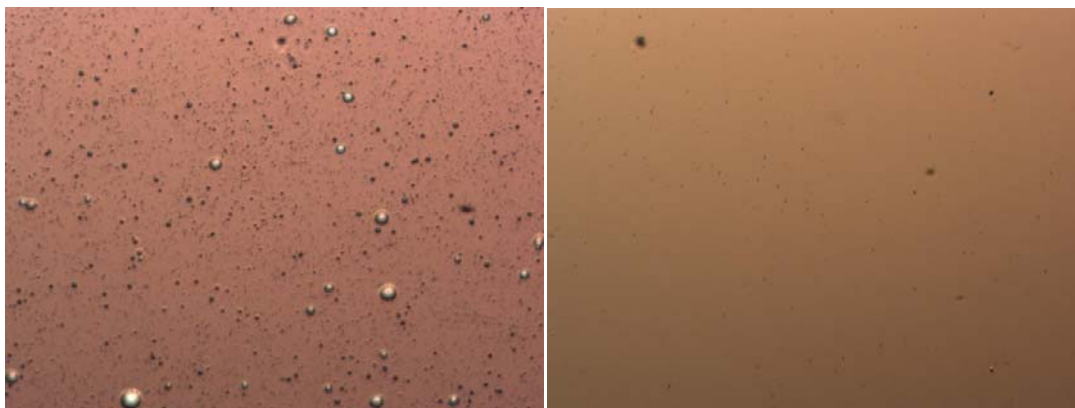
Deshidratar crudo es el acondicionamiento primario para desestabilizar la emulsión agua en petróleo para reducir costo de transportación y procesamiento. La emulsión se forma durante el proceso de extracción y su estabilidad depende de la composición química de cada petróleo teniendo un gran impacto en su viscosidad¹. Existen diferentes métodos de secado, en nuestro grupo de trabajo se utiliza el método de calentamiento-centrifugado con reposo.

El petróleo se pone en probetas graduadas de 100 mL a 75 °C, centrifugar a 2000 RPM por 15 minutos y reposo. Durante cada reposo se observa si hay cambio en el volumen de agua separada y en cada cambio se toma una microscopia. Se detiene hasta no hay cambio en el volumen.

Tabla de acondicionamiento de crudos.

Crudo	mL de agua	minutos
Aguacate	2.3	760
Ébano	15	60
Tekel	15	345
Aguacate-batería	18.5	45

Condiciones: 75 °C y 2000 RPM.



Fotos 1. Acondicionamiento de Ébano, a) inicio y b) final.



Foto 2. Aguacate al final del acondicionamiento.

En la tabla se observan tiempos pequeños de centrifugado, para Tekel separando la misma cantidad de agua es en menos tiempo. En la foto 1a se observa Ébano muy emulsionado y en la foto 1b su concentración de agua es menor al 1%. En la foto 2 se ve la separación del agua y el petróleo Aguacate.

Tenemos un nuevo método para acondicionar crudos sin estabilizar con tiempos muy pequeños comparado con lo reportado en la literatura.

Referencia.

1. <http://www.academia.edu/8676214/Deshidratadores>

Respuesta magnetodieléctrica en función de la frecuencia en compósitos multiferróicos nanoestructurados

Ulises Acevedo^{1*}, René López-Noda^{1,2}, Souad Ammar³, F. Calderón⁴ y Raúl Valenzuela¹.

¹Departamento de Materiales Metálicos y Cerámicos del Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. D. F., 04510 Mexico.

²Departamento de Física Aplicada, Instituto de Cibernética, Matemática y Física, ICIMAF, CITMA. 15 # 551, Vedado. La Habana 1040, Cuba.

³ITODYS, Université Paris Diderot, PRES Sorbonne Paris Cité, CNRS-UMR 7086. Paris Cedex, 75205, France.

⁴Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales, Universidad de La Habana. La Habana, Cuba

*contacto: hydrotier@hotmail.com

El efecto magnetodieléctrico (ó magnetocapacitancia MC) ha sido estudiado e interpretado en diversos materiales mediante diversos modelos, que van desde la magnetorresistencia y efectos de tipo Maxwell-Wagner, hasta la polarización (ó magnetización) inducida por esfuerzos mecánicos provenientes de un acoplamiento magnetoeléctrico real [1-3]. En este trabajo, se presenta un estudio de la magnetocapacitancia en compósitos nanoparticulados de ferrita de cobalto (CoFe_2O_4) y titanato de bario (BaTiO_3), consolidados por Spark Plasma Sintering (SPS). Se midió la respuesta en impedancia del material bajo distintos campos magnéticos aplicados (-1.3 a 1.3 T), a distintas frecuencias (de 5 Hz a 13 MHz) y temperaturas (de 40 a 160 °C). Los resultados muestran el comportamiento de la permitividad bajo el efecto del campo magnético, la frecuencia y la temperatura. Se observa un máximo de MC a ciertas frecuencias y a campos magnéticos mayores al campo coercitivo [4]; el comportamiento en temperatura de las frecuencias a las cuales MC maximiza presenta cambios alrededor de la temperatura de Curie (T_C) del titanato, confirmando la presencia de acoplamiento magnetoeléctrico en el material estudiado.

Palabras clave: Compósitos multiferróicos, magnetocapacitancia, efectos magnetoeléctricos, espectroscopía de impedancias.

Referencias:

[1] G. Catalan, *Appl. Phys. Lett.* 88, 102902, **2006**.

[2] S. A. Gridnev, A. V. Kalgin & V. A. Chernykh, *Int. Ferroelectrics: An Intern. J.*, 109 (1), 70-75, **2009**.

[3] M. M. Sutar, S. R. Jigajeni, A. N. Tarale, et al, *J. Mater. Sci.: Mater. Electron.* 25, 3771-3778, **2014**.

[4] R. L. Noda, U. Acevedo, R. Valenzuela, et al, *IEEE Trans. OnMagn.*, 50 (11), 8002304, **2014**.

Análisis de electrocerámicas BCTZ por espectroscopía de impedancias

A. Reyes-Montero¹, L. Pardo², A. M. González³, R. López-Juárez⁴, M. E. Villafuerte-Castrejón¹.

¹ Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior S/N, A.P. 70-360, México, D.F., México. ² Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, ICM---CSIC, Sor Juana Inés de la Cruz, 3. Cantoblanco, 28049 Madrid, España. ³ Grupo POEMMA, ETSIS Telecomunicación, Campus Sur, Universidad Politécnica de Madrid, Ctra. Valencia Km 7, 28031 Madrid, España. ⁴ Unidad Morelia del Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta, C.P. 58190, Morelia, Michoacán, México.

ingaremo@gmail.com

Con la finalidad de erradicar el uso del plomo (Pb) en materiales ferroeléctricos y piezoeeléctricos actualmente comerciables, la búsqueda por desarrollar materiales con propiedades semejantes a cerámicas $\text{Pb}(\text{ZrTi})\text{O}_3$ (PZT) se ha intensificado durante los últimos años. Los materiales base- BaTiO_3 (principalmente los $(\text{Ba}_{1-x}\text{Ca}_x\text{Ti}_{1-y}\text{Zr}_y)\text{O}_3$ (BCTZ)) han mostrado propiedades eléctricas óptimas a temperatura ambiente, llegando a ser considerados como sustitutos adecuados para las cerámicas base-Pb en distintas aplicaciones. La mejoría de estas propiedades suceden en la proximidad de la frontera de la fase morfotrópica (MPB). En este punto sucede una coexistencia de fases, ferroéctrica-ferroeléctrica, que permiten la rotación y extensión de los vectores de polarización.

Las cerámicas (BCTZ) no han sido analizadas, en su totalidad, como materiales dieléctricos funcionales. El estudio mediante espectroscopía de impedancias AC permite separar los efectos presentes en el grano y en los límites de éste, con respecto al comportamiento dieléctrico del material. Esta técnica, a su vez, establece los mecanismos de relajación y conducción que puedan estar presentes, asociando diversos parámetros de resistencia y capacitancia.

En este trabajo se presentan la relación que tiene el método de síntesis con respecto a la microestructura y las propiedades eléctricas de las cerámicas BCTZ. La caracterización estructural se realizó mediante difracción de rayos X y microscopía electrónica de barrido (SEM). El análisis por espectroscopía de impedancias determinó las propiedades dieléctricas y conductivas de la cerámica.

Palabras clave: ferroeléctrico, piezoeeléctrico, espectroscopía de impedancias.

Referencias:

- [1] Damjanovic D (2010). *Appl. Phys. Lett.* **97** [6] 02906, 3pp.
- [2] Tian Y, Wei L, Chao X., Liu Z and Yang Z (2013) *J. Am. Ceram. Soc* **96** [2] 496-502.
- [3] Zhang Y, Glaum J, Groh C, Ehmke M C, Blendell J E, Bowman K J and Hoffman M J (2014) *J. Am. Ceram. Soc.* **97** [9] 2885-2891
- [4] Chaouchi A and Kennour S (2012) *Processing and Application of Ceramics* **6** [4] 201-207
- [5] Tao J, Yi Z, Liu Y, Zhang M and Zhai J (2013). *J. Am. Ceram. Soc.* **96** [6] 1847-1851

Cerámicas libres de plomo tipo BCTZ sintetizadas por el método hidrotermal asistido por microondas

Salvador O. Rea López¹, A. Reyes Montero¹, R. López², M. E. Villafuerte Castrejón¹.

¹Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior S/N, A.P. 70-360, México D.F., México. ²Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, C.P. 58190, Morelia, Michoacán, México.

salvatore_0389@hotmail.com

El cuidado de nuestro planeta así como la concientización acerca de los graves problemas actuales de contaminación, han hecho que en las últimas décadas se desarrollen procesos químicos y productos amigables con el medio ambiente. Es por esto que las cerámicas libres de plomo han cobrado gran interés en el área científica y tecnológica, ya que buscan reemplazar a las cerámicas a base de plomo, mejor conocidas como PZT [1-2]. Una de las cerámicas libres de plomo más estudiadas en la última década debido a sus excelentes propiedades ferroeléctricas es el titanato de bario dopado con Ca^{2+} y Zr^{4+} (BCTZ).

El método hidrotermal asistido por microondas (MH) tiene la ventaja de ser un proceso rápido además de generar partículas de tamaño uniforme en los polvos sintetizados [3-4]. El uso de microondas para producir sólidos inorgánicos es una opción atractiva debido a muchos beneficios como ahorro de energía, tiempos cortos de síntesis, aumento en los rendimientos de reacción además de ser un proceso amigable con el ambiente [5].

Este trabajo muestra la síntesis del cerámico $(\text{Ba}_{1-x}\text{Ca}_x\text{Ti}_{0.9}\text{Zr}_{0.1})\text{O}_3$ ($x=0.1$) mediante el proceso hidrotermal asistido por microondas. Se usaron diferentes tipos de precursores, así como diferentes medios de reacción y su efecto en la síntesis. Los polvos obtenidos se caracterizaron por difracción de rayos X y microscopía electrónica de barrido, también se determinaron los parámetros de red así como los tamaños de partícula.

Palabras Clave: Microondas, Hidrotermal, Cerámicos.

Referencias:

1. J. Rödel, W. Jo, K.T.P. Seifert, E.M. Anton, T. Granzow and D. Damjanovic Perspective on the development of lead-free piezoceramics *J. Am. Ceram. Soc.*, 92 (2009) 1153.
2. Y. Cui, X. Liu, M. Jiang, X. Zhao, X. Shan, W. Li, C. Yuan, C. Zhou Lead-free $(\text{Ba}_{0.85}\text{Ca}_{0.15})(\text{Ti}_{0.9}\text{Zr}_{0.1})\text{O}_3$ -CeO₂ ceramics with high piezoelectric coefficient obtained by low-temperature sintering. *Ceram. Intl.* 38 (2012) 4761–4764.
3. S.W. Lui, B. I. Lee, Z. L. Wang, W. D. Samuels. Hydrothermal synthesis and structural characterization of BaTiO₃ nanocrystals. *J. Cryst. Growth.* 219 (2000) 269-276.
4. K. Y. Chen, Y. W. Chen. Preparation of barium titanate ultrafine particles from rutile titania by a hydrothermal conversion. *Powder Technol.* 141 (2004) 69-74.
5. Jesús Prado-Gonjal, Emilio Morán. Síntesis asistida por microondas de sólidos inorgánicos. *An. Quím.* 2011, 107 (2), 129–136.

Efecto de diferentes rutas de síntesis sobre las propiedades eléctricas del BNT

Andrés Barrios Rosales¹, Rodrigo Ocampo Vivar¹, María Elena Villafuerte¹

¹Instituto de Investigaciones en Materiales, as.barrios.rs@hotmail.com

La familia de materiales que ha exhibido mejores propiedades ferroeléctricas es la del PZT, no obstante tiene el inconveniente de utilizar óxido de plomo en su manufactura, el cual es altamente tóxico y la legislación ambiental restringe cada vez más su utilización, de modo que se buscan alternativas libres de plomo y con un desempeño similar.

En el presente estudio se realizó la síntesis del cerámico libre de plomo $\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$, el cual es uno de los candidatos más estudiados para reemplazar al PZT. Con el fin de comparar las propiedades eléctricas que exhiben las cerámicas, y relacionarla con propiedades morfológicas y estructurales, se emplearon 4 métodos de síntesis: **I**) Método cerámico; **II**) Proceso Pechini; **III**) Hidrotermal asistida por microondas y **IV**) Horneado.

Las muestras se caracterizaron por difracción de rayos X y microscopía electrónica de barrido. Se presenta un análisis de los resultados obtenidos de las diferencias presentadas en función del método de síntesis. En los polvos resultantes de todos los métodos de síntesis se obtuvo una estructura perovskita con grupo espacial Pm-3m. En el caso de las pastillas obtenidas por los métodos **I** y **II** se sigue observando una única fase con estructura de perovskita, sin embargo, en los métodos **III** y **IV** se observan fases secundarias las cuales corresponden a titanato de bismuto: $\text{Bi}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ y $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$, las cuales se observan también en las imágenes SEM en la forma de cristales alargados con forma de agujas. Se realizarán modificaciones a los métodos de **III** y **IV** a fin de mejorar los resultados.

Referencias

- [1] B. Haffe, W. R. Cook and H. Haffe, *Piezoelectric Ceramics*, Londres: Academic Press, 1971.
- [2] T. Ikeda, *Fundamentals of piezoelectricity*, Londres: Oxford University Press, 1991.
- [3] Y. Saito, H. Takao, T. Nonoyama, K. Takatori, T. Homma, T. Nagaya and M. Nakamura, "Lead-Free Piezoceramics," *Nature*, vol. 432, pp. 84-87, 2004.
- [4] X. Liu and X. Tan, "Crystal Structure and Electrical Properties of Lead-Free $(1-x)\text{BaTiO}_3-x(\text{Bi}_{1/2}\text{A}_{1/2})\text{TiO}_3$ (A=Ag, Li, Na, K, Rb, Cs) Ceramics," *Journal of American Ceramic Society*, vol. 96, no. 11, pp. 3425-3429, 2013.
- [5] D. L. West and D. A. Payne, "Preparation of $0.95\text{Bi}_{1/2}\text{NaTiO}_3$ 0.05BaTiO_3 Ceramics by an Aqueous Citrate-Gel Route," *J. Am. Ceram. Soc.*, vol. 86, no. 1, pp. 192-194, 2003.

- [6] Y. Wang, G. Xu, L. Yang, Z. Ren, X. Wei, W. Weng, P. Du, Shen and G. Han, "Hydrothermal synthesis and characterization of $\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ microcubes," *Ceram. Inter.*, vol. 35, pp. 1657-1659, 2009.
- [7] Y. J. Ma, J. H. Cho, Y. H. Lee and B. I. Kim, "Hydrothermal synthesis of $(\text{Bi}_{1/2}\text{Na}_{1/2})\text{TiO}_3$ piezoelectric ceramics," *Mater. Chem and Phys.*, vol. 98, pp. 5-8, 2006.
- [8] J. A. Peña Jiménez, "Síntesis de relaxores ferroeléctricos a base de plomo," México DF, 2010.
- [9] M. E. Villafuerte, R. Lopez Juarez and F. Gonzales, "Lead-Free Ferroelectric Ceramics with Perovskite Structure," *Ferroelectrics-Materials Aspect*, pp. 305-330, 2011.

Síntesis y caracterización de la solución sólida $Ba_{(1-x)}Sr_xTiO_3$ ($x=0.05, 0.10, 0.15$)

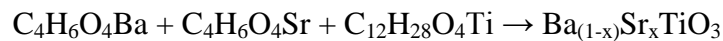
Carreno Jimenez Brenda¹, Reyes Montero Armando², Villafuerte Castrejon Maria Elena³.

¹ Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autonoma de Mexico, Circuito Exterior S/N, A.P.

70-360, Mexico, D.F.

bcarrenojimenez@gmail.com

En este trabajo se reporta el estudio de la solución sólida $Ba_{(1-x)}Sr_xTiO_3$ con $x= 0.05, 0.10$ y 0.15 . Este material se sintetizó utilizando dos métodos: Pechini e hidrotérmal asistido por microondas. La caracterización cristalográfica y morfológica se realizó mediante difracción de rayos X y microscopía electrónica de barrido, respectivamente. La síntesis por el método de Pechini consiste en el uso de etilenglicol y ácido cítrico para crear una red polimérica, en donde el ácido cítrico tiene la función como “complejante” con los cationes metálicos más grandes, mientras que el etilenglicol ayuda a la formación de un polímero. Por otro lado, el método hidrotérmal asistido por microondas es una técnica que busca aprovechar la radiación de microondas y la propiedad que tienen algunas moléculas para transformar energía electromagnética en calor (solución mineralizadora).



Reacción 1

El análisis cristalográfico de los polvos cerámicos sintetizados, por ambos métodos, mostraron una estructura tipo perovskita y libre de fase secundaria. Se obtendrán los parámetros de red y el tamaño de grano. Además, en este trabajo se hace un análisis del efecto que presenta el Sr^{2+} en la estructura cristalina del material y como el método de síntesis influye en las características de la solución sólida.

Palabras clave: Pechini, Hidrotérmal, Microondas.

Referencias:

1. Ries, a.; Simoes, A. Z.; Cilense, M.; Zaghet, M. a.; Varela, J. a. Barium Strontium Titanate Powder Obtained by Polymeric Precursor Method. *Mater. Charact.* 2003, 50, 217–221.
2. Deshpande, S. B.; Kholam, Y. B.; Potdar, H. S. Microwave-Hydrothermal (MH) Synthesis of $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ (BST). *Ferroelectrics* 2005, 327, 39–43.
3. Razak, K. a.; Asadov, A.; Yoo, J.; Haemmerle, E.; Gao, W. Structural and Dielectric Properties of Barium Strontium Titanate Produced by High Temperature Hydrothermal Method. *J. Alloys Compd.* 2008, 449, 19–23.
4. Razak, K. A.; Asadov, A.; Gao, W. Phase Content and Dielectrical Properties of Sintered $BaSrTiO$ Ceramics Prepared by a High Temperature Hydrothermal Technique. *Ceram. Int.* 2009, 35, 2781–2787.

5. Simões, a. Z.; Moura, F.; Onofre, T. B.; Ramirez, M. a.; Varela, J. a.; Longo, E. Microwave-Hydrothermal Synthesis of Barium Strontium Titanate Nanoparticles. *J. AlloysCompd.* 2010, 508, 620–624.
6. Prado-Gonjal, J.; Moran, E. Sintesis Asistida Por Microondas de Solidos Inorganicos. *Investig. Química* 2011, 107, 129–136.

Síntesis de $\text{SrFeO}_{3.8}$ por el método de sales fundidas y su caracterización por espectroscopía Mössbauer

R. Hinojosa N¹, J. L. Pérez Mazariego¹, R. Gómez¹, R. Escamilla²

¹Facultad de Ciencias, UNAM. ²Instituto de Investigación en Materiales, UNAM

rob.hin743@gmail.com

Se presenta la síntesis de la ferrita de estroncio ($\text{SrFeO}_{3.8}$), por el método de sales fundidas, partiendo de la reacción SrCO_3 y Fe_2O_3 , las sales utilizadas fueron: cloruro de potasio y cloruro de sodio en proporción molar del 50% de cada una de ellas. Los reactivos en polvo fueron molidos, mezclados y calcinados a 900°C , posteriormente fueron lavados con agua destilada y finalmente filtrados. Para encontrar las mejores condiciones de síntesis, se realizaron varias pruebas manteniendo la temperatura de calcinado a 900°C y variando las proporciones molares de sal (1 mol de $\text{SrFeO}_{3.8}$ y 3, 5 y 8 moles de la mezcla de sal) y el tiempo de calcinado (30, 60, 90 y 120 minutos).

Los polvos obtenidos fueron analizados con espectroscopia Mössbauer en un espectrómetro de aceleración constante a temperatura ambiente y por difracción de rayos-X, las fases cristalinas fueron identificadas con el programa Match, para posteriormente realizar un refinamiento Rietveld. Se obtuvieron los parámetros de red, los sitios de hierro y sus correspondientes estados de oxidación, también se determinó el contenido de oxígeno considerando los porcentajes de ocupación de cada sitio de hierro en los espectros Mössbauer.

Palabras clave: síntesis, Mössbauer, refinamiento.

Agradecimientos: Por el apoyo otorgado de la DGPA-UNAM al proyecto PAPIIT IN115612.

Síntesis y caracterización, estructural y magnética, de nanopartículas de ferrita de zinc, obtenidas mediante el método de hidrólisis forzada en poliol

Vázquez-Victorio Gabriela¹, Ammar Souad², Valenzuela Raúl¹.

¹Depto. Materiales Metálicos y Cerámicos, Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México. ²ITODYS, Université Paris Diderot, PRES Sorbonne Paris Cité, CNRS-UMR 7086, 75205 Paris Cedex, France.
gvazquezvic@gmail.com

Actualmente existe gran interés en los sistemas nanoestructurados, lo cual se debe principalmente a que dichos materiales presentan diferentes propiedades en relación con el mismo material en su contraparte macroscópica (también llamada en bulto o *bulk*). De manera particular, la síntesis y aplicación de nanopartículas magnéticas son objeto de diversas investigaciones ya que, las propiedades de estos materiales despiertan interés tanto en valor científico como en importancia tecnológica, mejorando el desempeño de los materiales existentes y abriendo las posibilidades a nuevas aplicaciones [1]. El presente trabajo describe la síntesis y caracterización, estructural y magnética, de nanopartículas de ferrita de zinc ($ZnFe_2O_4$) mediante el método de hidrólisis forzada en poliol. De todos los sistemas tipo espinela, el sistema $ZnFe_2O_4$ se encuentra como el más interesante para estudiar los efectos del tamaño de grano en las propiedades magnéticas [2], ya que según se ha reportado en trabajos anteriores se observa que las nanopartículas de $ZnFe_2O_4$ presentan una particular diferencia en el ordenamiento magnético, respecto a lo ya conocido para este material en su contraparte macroscópica [3]. Los patrones de difracción obtenidos, en conjunto con imágenes de microscopía electrónica, muestran que con esta metodología es posible obtener partículas con una estrecha distribución de tamaño, típicamente se obtienen partículas de 10 nm, morfología esférica y alta cristalinidad; mientras que la caracterización magnética presenta características atípicas de este material, ya que aun a temperaturas cercanas a la ambiente este material presenta ordenamiento magnético.

Palabras clave: nanopartículas, ferritas, partículas magnéticas.

Referencias:

- [1] M. Atif, S.K. Hasanain, M. Nadeem, Sol. State Commun. 138, 416 (2006)
- [2] C.N. Chinnasamy, A. Narayanasamy, N. Ponpandian, K. Chattopadhyay, H. Guerault, J.M. Greneche, J. Phys.: Condens. Matter. 12, 7795 (2000).
- [3] M. Mozaffari, M. Eghbali Arani, J. Amighian, J. Magn. Mater. 322, 3240 (2010).

“Intercambio anisotrópico de las nanopartículas $\text{CoFe}_2\text{O}_4@ \text{CoO}$; caracterización estructural y magnética”

N. Flores-Martínez¹, T. Gaudisson², S. Ammar², R. Valenzuela¹

¹Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM, circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria Coyoacán, México D.F. 04510 MÉXICO, ² ITODYS, UMR-CNRS 7086, Université de Paris-Diderot, 75205 Paris, FRANCE
flornatur@gmail.com

El intercambio anisotrópico (“exchange bias”) se presenta cuando en la interfase entre un material ferrimagnético y uno antiferromagnético (FM/AFM) ocurre un acoplamiento de intercambio entre la última capa de espines del ferri y la primera del antiferro¹. Algunos de los efectos más importantes atribuidos al intercambio anisotrópico son: el incremento del campo coercitivo, H_c y el desplazamiento de la curva de magnetización a lo largo del eje del campo magnético, H , y un ciclo de histéresis fuertemente asimétrico².

Gracias a estas características, los materiales que presentan intercambio anisotrópico tienen aplicaciones en imanes permanentes y en grabación magnética de alta densidad.

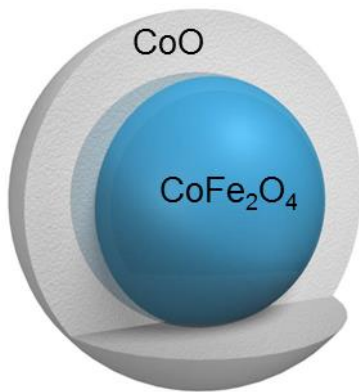


Fig. 1. Diagrama esquemático de una $\text{CoFe}_2\text{O}_4@ \text{CoO}$. La CoFe_2O_4 es un material ferrimagnético y el CoO es antiferromagnético.

En este trabajo se sintetizaron las nanopartículas de $\text{CoFe}_2\text{O}_4@ \text{CoO}$, ver Fig. 1, por el método de hidrólisis forzada en poliol y se caracterizaron de forma estructural (microscopía electrónica de barrido, MEB, microscopía electrónica de transmisión, MET, difracción de rayos “X” DRX) y magnética (curvas de histéresis y curvas ZFC-FC en un dispositivo superconductor de interferencia cuántica, SQUID).

La caracterización estructural confirmó las fases FM/AFM del sistema $\text{CoFe}_2\text{O}_4@ \text{CoO}$. La caracterización magnética corroboró que existe un desplazamiento de la curva de magnetización debido al intercambio de

acoplamiento del sistema.

Se realizó también una caracterización magnética por la técnica de espectroscopía de resonancia de espín del electrón (ESR) para relacionar los resultados con el fenómeno de intercambio de acoplamiento.

1. T. Gaudisson, L. Ourry, H. Hammoud, S. Nowak, N. Menguy, N. Yaacoub, J. Grenèche, F. Mammeri, S. Ammar. *Nanopart Res* (2014).
2. J. Nogués, K. Schuller. *J. Magn. Magn. Mater* 192, 203 (1999).

Síntesis y caracterización de aleaciones MnBi

J. Zamora-Mendieta, I. Betancourt, I. A. Figueroa

Departamento de Materiales Metálicos y Cerámicos, Instituto de Investigaciones en Materiales,

Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. 04510.

zamenj@iim.unam.mx

El MnBi es un compuesto intermetálico y ferromagnético con estructura hexagonal tipo NiAs que ha despertado mucho interés en años recientes debido a que cuenta con una alta anisotropía magnética de $1.12 \times 10^6 \text{ J/m}^3$ a temperatura ambiente [1], junto con una alta temperatura de Curie $T_c \sim 630 \text{ K}$ [2]. Estas propiedades indican el gran potencial que tienen las aleaciones MnBi para usarse en la formulación de imanes permanentes sin tierras raras y con densidades de energía de al menos $(BH)_{\max} = 120 \text{ kJ/m}^3$.

Este trabajo presenta la síntesis y caracterización de aleaciones MnBi obtenidas mediante colada por succión en molde de cobre. Esta ruta de síntesis permite estabilizar fases metaestables, así como refinar de manera controlada el tamaño de grano. La caracterización microestructural de las aleaciones se llevó a cabo mediante las siguientes técnicas: difracción de rayos X (para determinar las fases presentes), los cuales indicaron la presencia de la fase MnBi como componente mayoritaria. La microscopía electrónica de barrido (MEB) para determinar el tipo de estructura cristalina, la morfología superficial y tamaño de partícula. El estudio también comprende una caracterización magnética, mediante la técnica de magnetometría de muestra vibrante (MMV), que permite cuantificar las propiedades magnéticas macroscópicas más importantes (campo coercitivo H_c y la magnetización de saturación M_s) con valores de $M_s = 50 \text{ emu/g}$ y $H_c = 3000 \text{ Oe}$. Para determinar la temperatura de Curie T_c se empleó el análisis termogravimétrico magnético, la cual alcanzó los $340 \text{ }^\circ\text{C}$.

Estos resultados son alentadores en el desarrollo de aleaciones MnBi para usarse en la formulación de imanes permanentes libres de tierras raras y de alto desempeño magnético.

Palabras clave: succión en molde de cobre, ferromagnético, imanes permanentes.

Referencias: [1]. H. Yoshida, T. Shima, T. Takahashi and H. Fujimori, Mater. Trans. JIM, Vol. 40, No. 5 (1999), pp. 455-458. [2]. Yoshifuro Mitsui, Keiichi Koyama and Kazuo Watanabe, Mater. Trans. JIM, Vol. 54, No. 2 (2013) pp. 242-425.

Transmisión de información por medios ópticos empleando grafeno como elemento modulador

Kevin Furlong Arellano¹

¹Departamento de Materia Condensada y Criogenia, Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México
kefuar@gmail.com

La tecnología ha sido crucial para la supervivencia y posterior desarrollo de la civilización. Hoy en día, la necesidad de una comunicación global ha motivado la investigación de tecnología que permita una mayor velocidad y fidelidad en la transmisión y recepción de la información. Para ello es necesario el desarrollo de nuevos materiales. El grafeno debido a sus características eléctricas aunadas a sus propiedades mecánicas lo convierten en un material prometedor en el área de la electrónica y de la comunicación [1, 2, 3].

Actualmente se desarrolla la transmisión de una señal pura (senoidal) utilizando el grafeno como elemento modulador. El objetivo final es obtener la señal por medio de un receptor. De ser viable, será posible implementar el sistema con información más compleja.

Primeramente se introduce la señal pura directamente en el material y se utiliza una fuente de luz que excita el material y al mismo tiempo actúa como transmisor de la señal. Posteriormente es recibida por un fotodiodo tal como se muestra en la Fig. 1

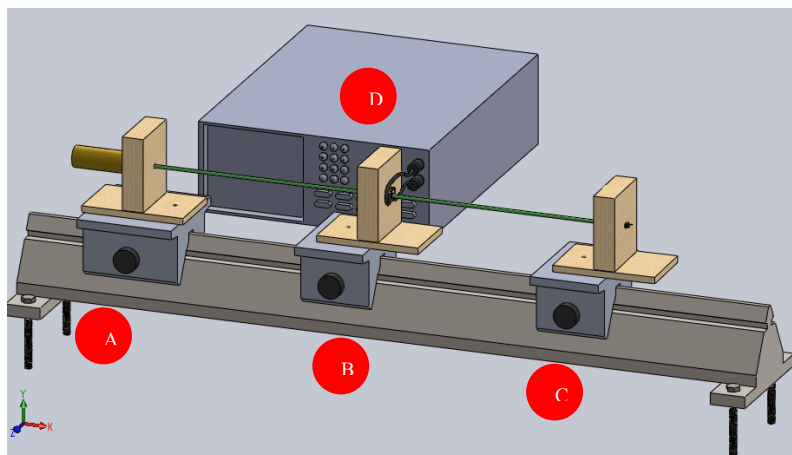


Fig. 1 Sistema para transmisión. A) láser, B) grafeno, C) fotodiodo, D) generador de funciones

La señal es obtenida por un fotodiodo; sin embargo es muy pequeña, de apenas 0.3 V y que aunado a la gran señal de DC, la información se puede perder con facilidad. Es por ello que se necesita primeramente de un filtro a paso alto, conformado por un capacitor ($4.7\mu\text{F}$) y una resistencia ($100\text{K}\Omega$); esto permite obtener la información sin el DC del haz de luz. Posteriormente se introduce la señal a un amplificador operacional (LM833) en modo inversor, el cual tiene una ganancia de 100 debido a las resistencias de $4.7\text{ K}\Omega$ y $470\text{ K}\Omega$ permitiendo incrementar la señal hasta 8 V. Finalmente entra en un amplificador operacional de potencia (LM386) con una ganancia de 200 que permite conectar a otro dispositivo (como una bocina) sin que la intensidad decaiga.

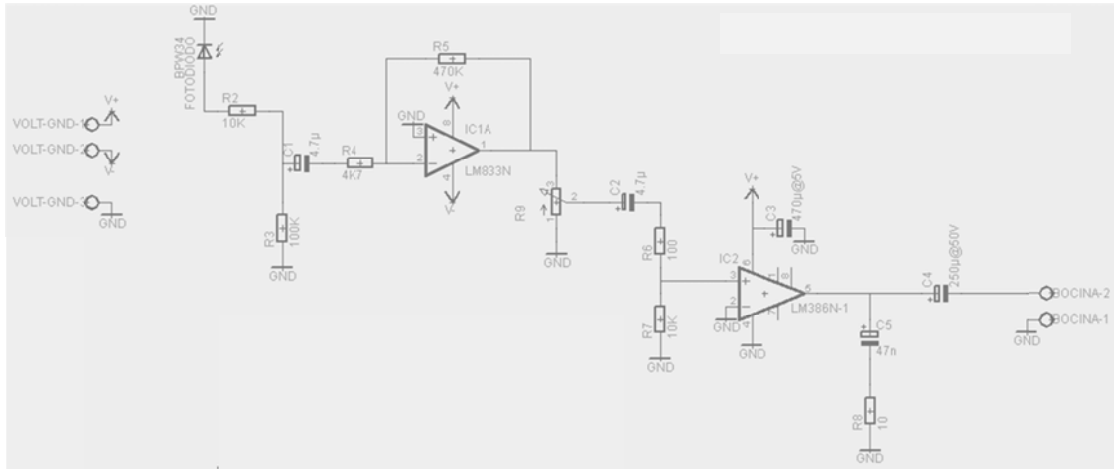


Fig. 2 Esquemático del circuito receptor

A pesar del circuito, existen algunas dificultades electrónicas con diferentes causas: la señal es muy pequeña, la señal de DC propia del láser es muy grande, la luz ambiente genera ruido y los dispositivos utilizados no son específicos de una electrónica de precisión.

Para los resultados obtenidos en la Fig. 2 y Fig. 3 se utilizó una frecuencia de 15 mHz que debido al efecto modulador del grafeno genera el segundo armónico respecto a la frecuencia fundamental [4] así como otros armónicos que son imperceptibles para este trabajo.

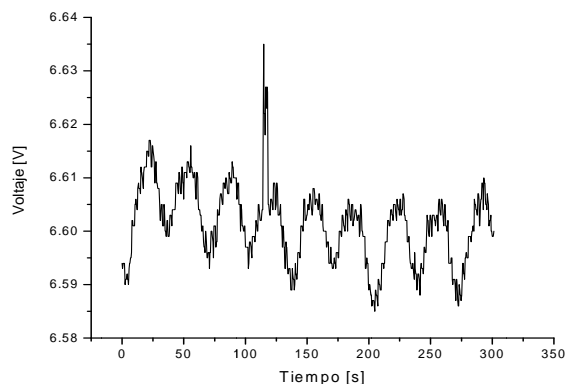


Fig. 3 Señal recibida con el fotodiodo BPW34 de entrada a 15 mHz

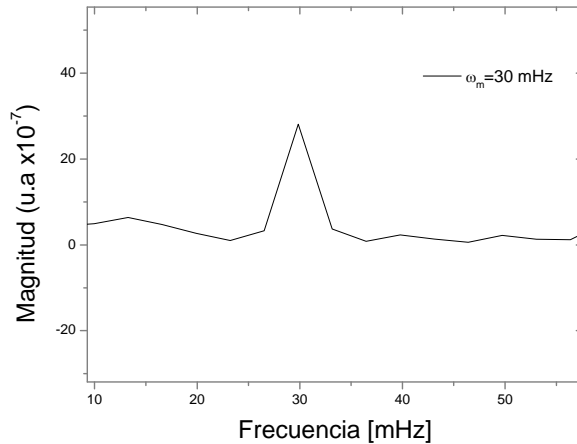


Fig. 4 FFT de la señal mostrada en la Fig. 2

Hasta el momento se ha podido observar la transmisión de la señal en el orden de los mV pero es necesario mejorar el circuito con electrónica de precisión con el fin de transmitir a mayores frecuencias y que a su vez pueda ser la base para posteriores proyectos que integren o implementen fibra óptica.

Palabras clave: grafeno, transmisión, fotodiodo

Agradecimientos

Agradezco al Dr. Doroteo Mendoza por su apoyo académico así como al M. Cs. José Luis Benítez por su ayuda en la realización práctica de este proyecto.

Referencias

1. Novoselov, K.S; Geim, A. K.; et al. (2004). "Electric field effect in atomically thin carbon films", *Science*, vol. 306, pp.666 -669
2. Wu, Y.; Farmer, B. D; Xia, F.; Avouris, P. (2013). "Graphene electronics: materials, devices, and circuits". *IEEE*, vol. 101, No. 7 pp. 1620- 1637
3. Avouris, P. (2010). "Graphene: Electronic and photonic properties and devices", *Nano Letters*, vol. 10, pp.4285 -4294
4. Benitez, J.L.; Mendoza, D. (2013). "Modulation of the optical transmittance in multilayer graphene by an electrical signal". *Applied Physics Letters*, vol. 103, 083116

Síntesis y caracterización de películas de $\text{ZrO}_2:\text{Dy}^{3+}$, $\text{ZrO}_2:\text{Dy}^{3+}, \text{Li}^+$ and $\text{ZrO}_2:\text{Dy}^{3+}, \text{Gd}^{3+}$ emisoras de luz blanca, depositadas por rocío pirolítico ultrasónico

A. Báez-Rodríguez^a, O. Álvarez-Fragoso^a, M. García-Hipólito^a.

^a Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM, Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D. F.

adibr_1@hotmail.com; oaf@unam.mx; maga@unam.mx

La luminiscencia ha cobrado gran importancia en distintas aplicaciones, como por ejemplo, la iluminación a bajo costo, debido a su mayor eficiencia para convertir la electricidad en luz, y no tanto en calor, como en el caso de la incandescencia. El ión Dy^{3+} es una tierra rara ideal para materiales luminiscentes debido a que presenta dos emisiones intensas, que bajo condiciones adecuadas pueden combinarse y emitir luz blanca. Además, el ZrO_2 posee las propiedades fisicoquímicas apropiadas para ser utilizado como matriz, y alojar a las tierras raras.

Se sintetizaron películas de $\text{ZrO}_2:\text{Dy}^{3+}$, $\text{ZrO}_2:\text{Dy}^{3+}, \text{Li}^+$ y $\text{ZrO}_2:\text{Dy}^{3+}, \text{Gd}^{3+}$ empleando la técnica de rocío pirolítico ultrasónico. Los resultados de difracción de rayos-X develaron que las películas presentan una estructura cristalina tetragonal metaestable. Las propiedades fotoluminiscentes y catodoluminiscentes de las películas fueron estudiadas como función de los parámetros de depósito tales como la temperatura de sustrato y la concentración relativa de iones dopantes. Cuando tales películas fueron excitadas con una longitud de onda entre 260 y 290 nm, todos los espectros de emisión muestran bandas centradas a 480, 574 and 655 nm, las cuales son típicas de las transiciones electrónicas $4f \rightarrow 4f$ del ión Dy^{3+} . Estas películas emiten luz blanca. La incorporación de litio y gadolinio produjo una mejora en la intensidad de emisión. Se observó que al aumentar la temperatura de depósito se logra un incremento en la intensidad de emisión. Además a medida que la concentración del ión activador incrementó (Dy^{3+}), después de un cierto valor, se observó una disminución en la intensidad luminiscente.

Palabras clave: Películas; $\text{ZrO}_2:\text{Dy}^{3+}$; Rocío Pirolítico; luminiscencia

Electroluminiscencia de películas con nanocúmulos de silicio embebidos en nitruro de silicio

A.L. Muñoz-Rosas¹, J.C. Alonso-Huitrón¹

¹Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México. A.P. 70-360,
Coyoacán D.F.
aluro7@hotmail.com

En este trabajo fue estudiada la electroluminiscencia (EL) visible de dispositivos basados en películas de nanocúmulos de silicio (NC-Si) con una densidad de 6.04×10^{12} partículas/cm² embebidos en una matriz aislante de nitruro de silicio (SiN_x). Para el crecimiento de las películas fue utilizado un sistema de depósito de vapor químico asistido por plasma remoto (RPECVD). Fue observada electroluminiscencia blanca con un pico dominante en ~546 nm, el cual se encontró cercano al pico de emisión de fotoluminiscencia (FL) ~452 nm. Para reducir impurezas en la película activa, se realizó tratamiento térmico a 400°C a una de las muestra después del depósito en un horno convencional en ambiente de N₂. Las características físicas y eléctricas de las estructuras fabricadas con estas películas fueron comparadas, encontrando aumento de emisión de luz en la estructura curada al aplicar mayores voltajes. Finalmente fue investigado el efecto en la electroluminiscencia del espesor de las películas (≤ 200 nm). Fue requerido mayor voltaje de polarización para lograr ver emisión de luz EL en las muestras de mayor espesor. Por otro lado la intensidad de EL fue menor a la observada en las muestras de menor espesor (≤ 100 nm). Debido a que los espectros de infrarrojo medio no mostraron cambios importantes en los enlaces químicos fundamentales de estas películas, es posible que el incremento de voltaje necesario para obtener emisión EL sea principalmente causado por el campo eléctrico relacionado a el espesor.

- [1] L. T. Canham, *Applied Physics Letters*, 57, (1990), 1046-1048.
- [2] Luminescent Silicon Nanoclusters in SiN_x Thin Layers, J.C. Alonso, G. Santana, A. Benami, B.M. Monroy, H.S. Nalwa, *Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology* 1 (31), 31.
- [3] JC Alonso, F.A. Pulgarín, B.M. Monroy, A. Benami, M. Bizarro, A. Ortiz *Thin Solid Films* 518 (2010) 3891.
- [4] N. M. Park, T. S. Kim, and S. J. Park, *Applied Physics Letters*, 78, 2575 (2001).
- [5] A. López Suárez, J. Fandiño, B. M. Monroy, G. Santana, and J. C. Alonso, *Physica E*, 40, (2008) 3141-3146.
- [6] A. Rodriguez, J. Arenas, J.C. Alonso, *Journal of Luminiscence*, 132 (2012) 2385-2389.
- [7] A. Irrera, F. Iacona, I. Crupi, C.D. Presti, G. Franzo, C. Bongiorno, D. Sanfilippo, G. DiStefano, A. Piana, P.G. Fallica, A. Canino, F. Priolo, *Nanotechnology* 17 (2006) 1428.
- [8] B.-H. Kim, C.-H. Cho, S.-J. Park, N.-M. Park, G.Y. Sung, *Appl. Phys. Lett.* 89 (2006) 063509.
- [9] A. A. González Fernández, J. Juvert, A. Morales Sánchez, J. Barreto, M. Aceves Mijares, and C. Domínguez, *Journal of Applied Physics*, 053109 (2012).
- [10] T. Toyama, Y Kotani, and H. Okamoto, *Applied Physics Letters*, 72, 1489 (1998).

Rejilla de periodo largo sintonizable

Ivan B. Ramírez Ortega¹, Juan A. Hernández Cordero², Amado M. Velázquez Benítez³.

^{1,2,3} Instituto de Investigación en Materiales, UNAM, México.

tek_01_3@hotmail.com

Las rejillas de periodo largo son elementos difractivos que pueden fabricarse en fibras ópticas mediante distintos métodos. Estos dispositivos tienen muchas aplicaciones, principalmente en telecomunicaciones y en el desarrollo de sensores, debido a su capacidad de inducir pérdidas selectivas en longitudes de onda muy específicas [1]. La selectividad espectral se logra debido a la interacción de la luz que se propaga en el núcleo de la fibra con la estructura difractiva, pues esto genera que el modo fundamental de propagación se acople a los distintos modos que soporta el revestimiento de la guía de onda (Figura 1). La rejilla se forma al modular de manera periódica el índice de refracción del núcleo de la fibra óptica, de tal manera que las propiedades espectrales del dispositivo quedan esencialmente definidas por la periodicidad de la modulación y los índices de refracción de la guía de onda y el medio externo.

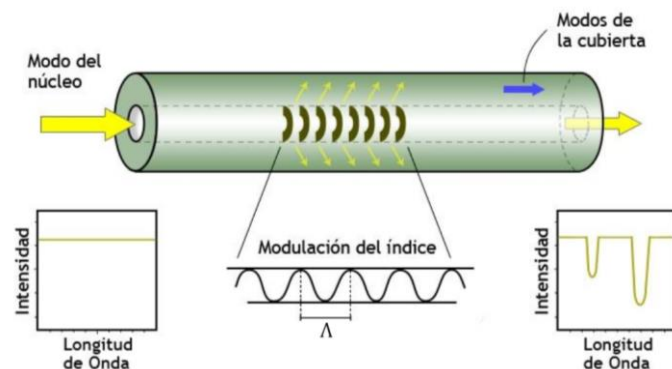


Figura 1. Rejilla de periodo largo en fibras ópticas: el acoplamiento entre modos genera pérdidas selectivas en longitud de onda.

El proceso de fabricación de las rejillas de periodo largo con materiales poliméricos se basa en el recubrimiento de fibras ópticas adelgazadas con polímeros. Bajo ciertas condiciones del proceso de recubrimiento, es posible generar gotas del polímero que se distribuyen de manera cuasi-uniforme a lo largo de la fibra adelgazada [2, 3]. Las gotas se forman debido a inestabilidades en el polimérico, y es un fenómeno que en dinámica de fluidos se conoce como la inestabilidad de Rayleigh-Plateau [3]. Las gotas periódicas a lo largo de una fibra óptica generan cambios periódicos en el índice de refracción, obteniendo así una rejilla de periodo largo (Figura 2). Para fabricar dispositivos de manera controlada, es necesario estudiar los efectos involucrados en la generación de la inestabilidad de Rayleigh-Plateau.

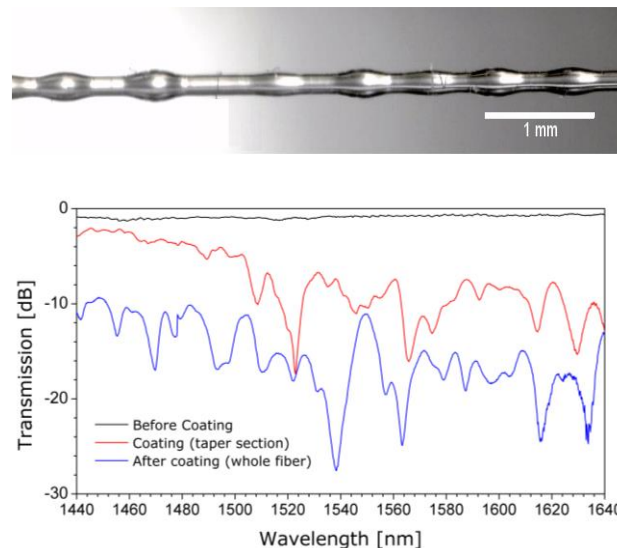


Figura 2. Gotas cuasi-periódicas de polímero en una fibra óptica adelgazada (arriba) y espectro de transmisión a través de esta (abajo).

El proceso de fabricación de las rejillas se extenderá a utilizar materiales poliméricos ópticamente reconfigurables. En particular, se utilizarán azopolímeros, cuya estructura molecular se modifica al ser irradiada por luz láser [4]. Con estos materiales se espera demostrar la posibilidad de fabricar rejillas de periodo largo sintonizables por medio de señales ópticas. El proceso de fabricación deberá adecuarse para las características del azopolímero y se evaluará la sintonización mediante el análisis espectral.

Referencias

1. S. W. James, R. P. Tatam, "Optical fibre long-period grating sensors: characteristics and application," *Measurement Science and Technology*, Vol. 14, pp. R49-R61 (2003).
2. M. S. Cano-Velázquez, A. M. Velázquez-Benítez, J. R. Vélez-Cordero, J. Hernández-Cordero, "Functional polymer coatings for photonic devices," en 3rd Latin American Optics and Photonics Conference, Cancún, México, OSA Technical Digest (2014).
3. J. Rodrigo Vélez-Cordero, A. M. Velázquez-Benítez, J. Hernández-Cordero, "Thermocapillary Flow in Glass Tubes Coated with Photoresponsive Layers," *Langmuir*, Vol. 30, No. 18, pp. 5326-5336 (2014).
4. A. Velázquez-Benítez, J. Hernández-Cordero, "Optically driven all-fiber polarization rotator," *Journal of Lightwave Technology*, Vol. 29, No. 11, pp. 1672-1677 (2011).

Películas luminiscentes de aluminato de estroncio dopadas con europio y terbio

R. Calderón-Olvera¹, O. Álvarez-Fragoso¹, M. García-Hipólito¹

¹Instituto de Investigaciones en Materiales

roxanama@msn.com

La luminiscencia es muy importante para la industria y la vida cotidiana, sin ella no tendríamos lámparas, televisiones. Es por eso que obtener un buen material luminiscente, ahora es una necesidad para el desarrollo de nuevas tecnologías. En este trabajo se presenta la síntesis y caracterización de películas de aluminato de Estroncio, dopadas con terbio Tb^{3+} y europio Eu^{2+} . La síntesis se llevó a cabo mediante la técnica de roció pirolítico ultrasónico, la cual consiste en un depósito a base de vapor (CVD). Para la obtención de los resultados se varió la temperatura de 400°C a 550°C.

Los depósitos se realizaron con el flujo de arrastre de aproximadamente de 10 lt/min; el tiempo de depósito fue de 10 a 20 minutos con una frecuencia del ultrasonido de 1.6 MHz. El sustrato en el cual se depositó la película fue de vidrio Corning 7059. Además se ha realizado el dopaje con Eu, Tb y se ha conseguido la emisión en rojo y verde en la matriz dopada. Se realizó la variación en las concentraciones del ion dopante de 3% y 5% con el fin de obtener la mayor intensidad de la luminiscencia.

La caracterización de las películas se llevó a cabo mediante la difracción de rayos X (XRD), microscopia electrónica de barrido (SEM), composición elemental por espectroscopia de dispersión de energía (EDS) y microscopia de fuerza atómica (AFM). Una vez activadas las muestras con las tierras raras se analizó la presencia de la luminiscencia, mediante las técnicas de fotoluminiscencia y catodoluminiscencia.

Palabras clave: Luminiscencia, CVD, roció pirolítico.

Referencias:

- [1] Materials Science and Technology, a Comprehensive Treatment, Processing of Metals and Alloys, Vol. 16, editor K.A. Jackson, 1996.
- [2] E.E.Hoppe, R.S. Sorbello and C.R. Aita, Journal of Applied Physics 101, 2007.
- [3] M.-Y. Ho, H. Gong, G.D. Wilk, B. W. Busch, M. L. Green, P.M. Voyles, D.A. Muller, M. Bude, W.H. Lin, A. See, M. E. Loomans, S. K. Lahiri, Journal of Applied Physics, Vol. 93, (2003) 1477.

**Estudio del efecto en las propiedades fotofísicas y fotoquímicas de dendrones
fotosensibilizadores (light-sensitizers o dyes) en compuestos de coordinación con
metales de transición de relevancia biológica.**

Huerta-Lavorie Raúl^{1*}, Rivera García Ernesto¹

¹Instituto de Investigaciones en Materiales

*raul_hl5@yahoo.com

La necesidad del uso de fuentes de energía alternativa en nuestra sociedad ha provocado un renovado interés en el uso de la energía radiante proveniente del sol como una fuente de energía limpia. Por ello, el desarrollo y estudio de compuestos con propiedades fotoactivas se ha fomentado en las últimas décadas lo que ha derivado en la síntesis de sistemas que permiten la transformación de energía solar en energía eléctrica con materiales fotovoltaicos,¹ o en la inducción de reacciones químicas mediante fotocatalisis.² En ambos casos se ha propuesto el uso de cromóforos, compuestos con propiedades fotofísicas no transparentes a la luz solar conocidos como fotosensibilizadores.

En este contexto, el grupo del Dr. Ernesto Rivera ha desarrollado macromoléculas derivadas de polifenolenos tipo Lader (tionfenos) y compuestos poliaromáticos tipo pireno (Py) cuyas propiedades fotofísicas han sido caracterizadas y evaluadas al acoplarlas a sistemas poliméricos.³ En el presente trabajo se presentan los avances en el estudio del efecto de las propiedades fotofísicas de dendrones derivados de pireno sobre disoluciones de compuestos de coordinación biomiméticos. Aunado a ello, se mostrarán los avances realizados en las modificaciones de dendrones tipo pireno de primera y segunda generación enfocados a la síntesis de compuestos de coordinación biomiméticos unidos de forma covalente a dichos fotosensibilizadores.

Referencias:

- [1] a) Hagfeldt A., Boschloo G., Sun L., et al, *Chem. Rev.* 2010, *110*, 6595–6663. b) Rühle S., Shalom M., Zaban A., *Chem. Phys. Chem.* 2010, *11*, 2290–2304. c) Ardo S., Meyer G. J., *Chem. Soc. Rev.* 2009, *38*, 115–164.
- [2] a) Walter M. G., Warren E. L., et al, *Chem. Rev.* 2010, *110*, 6446–6473. b) Kubacka A., Fernández-García M., Colón G., *Chem. Rev.* 2012, *112*, 1555–15614. c) Hammes-Schiffer S., Stuchebrukhov A., *Chem. Rev.* 2010, *110*, 6939 - 6960.
- [3] a) Hernandez-Marin E., Caicedo C., Rivera E., Martínez A., *J. Phys. Chem. A* 2014, *118*, 197–107. b) Zaragoza-Galán G., Fowler M. A., Rivera E., et al, *Langmuir* 2012, *28*, 11195–11205.

Activación superficial de fibras ópticas para el reconocimiento de nanopartículas funcionalizadas

Sandra Sánchez Escobar¹, Rigoberto Castro Beltran², Luis Pichardo³, David Monzón⁴.

¹Instituto de Física, UNAM, ^{2,3 y 4} Centro de Investigaciones en Óptica, CIO.

sandraif@fisica.unam.mx

Las metodologías actuales de análisis en laboratorios presentan limitaciones en cuestión de tiempo de diagnóstico, requieren instrumentos sofisticados lo cual resulta costoso y muchas veces no pueden estar disponibles en los laboratorios con pocos recursos, de ahí que exista una creciente necesidad de desarrollar técnicas de detección de bajo costo, en tiempo real, precisas y eficientes; la solución podría estar en los biosensores a base de fibras ópticas. Los biosensores a base de fibras ópticas se basan en la interacción del campo evanescente producido por la modificación del núcleo de la fibra con las muestras, con el fin de ampliar la sensibilidad y selectividad se utilizan mecanismos de transducción ópticos como la resonancia del plasmón superficial [1].

Este trabajo se presenta en dos fases la activación de fibras ópticas mediante la modificación química del núcleo y la segunda fase el reconocimiento de nanopartículas de oro. La primera fase consistió en modificar el núcleo de la fibra para producir el campo evanescente (acoplamiento fibras monomodo-multimodo) la región de acoplamiento se introdujo en solución piraña con el fin de crear grupos OH los cuales reconocen al grupo amino. La segunda fase se basó en sintetizar las nanopartículas de oro (NPs-Au) mediante el método de dispersión coloidal, la fibra óptica ya activada se sumerge en la solución de NPs-Au para formar una capa de estas en la superficie de la fibra. Se detectó la variación en la intensidad de la luz en la fibra activada al exponerse a sustancias con diferente índice de refracción.

Palabras clave: fibras ópticas, biosensor, plasmón, nanopartículas, oro.

Agradecimientos: Centro de investigaciones en óptica, CIO.

Referencias: [1] Leung, A.; Shankar, P. M. & Mutharasan, R. A review of fiber-optic biosensors *Sensors and Actuators B: Chemical, Elsevier*, **2007**, 125, 688-703.

Modificación de matrices orgánicas adsorbiendo aminoácidos en su superficie

Mariana Díaz Ramírez¹, Enrique Lima Muñoz¹

¹ Instituto de Investigaciones en Materiales. Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán CP 04510. México D.F.
lizeth.mldr@gmail.com

La celulosa (MC) es la fuente más importante de biomasa, es por ello que se han realizado esfuerzos para convertir los materiales celulósicos en productos químicos de valor agregado. Sin embargo, su estructura molecular altamente ordenada inhibe su despolimerización y, por lo tanto, reduce su reactividad.

En este trabajo se perturbó la red de enlaces de hidrógeno de MC o de celobiosa (Cb) adsorbiendo diferentes combinaciones de aminoácidos en su superficie y, posteriormente, se llevó a cabo una reacción de hidrólisis en presencia de catalizadores ácidos para obtener glucosa.

La síntesis de materiales se llevó a cabo de la siguiente manera: se suspendió MC o Cb en agua y se ajustó el pH a 5; posteriormente se agregó una disolución de alguna combinación de aminoácidos (alanina-prolina, alanina-fenilalanina, fenilalanina-prolina). La mezcla se mantuvo a 100 °C con agitación y reflujo durante 5 h. Los materiales obtenidos se caracterizaron por diferentes técnicas y se eligieron algunos de ellos para la degradación catalítica.

La adsorción de aminoácidos es insuficiente para dañar la estructura primaria de los materiales celulósicos, pero provoca modificaciones significativas a nivel superficial en Cb, así como en MC, como ya se había reportado para la modificación con un solo aminoácido^[1].

La modificación superficial experimentada por Cb y MC, como resultado de la modificación con aminoácidos, es suficiente para aumentar su reactividad. La degradación catalítica de la celulosa es más fácil y selectiva a glucosa cuando se modifica simultáneamente con alanina y fenilalanina.

Palabras clave: Celulosa, aminoácidos, degradación catalítica, glucosa.

Agradecimientos: Investigación realizada gracias al Programa UNAM-DGAPA-PAPIIT con el proyecto no. IN-101214 y al financiamiento otorgado por CONACyT con el número de proyecto 128299 y la beca otorgada con el número 270279.

Referencias:

^[1] M. Hernández, E. Lima, A. Guzmán, M. Vera, O. Novelo, and V. Lara, "A small change in the surface polarity of cellulose causes a significant improvement in its conversion to glucose and subsequent catalytic oxidation," *Appl. Catal. B Environ.*, vol. 144, pp. 528–537, 2014.

Análisis por TGA, DRX y MEB del compuesto $\text{RuSr}[\text{Gd,Lu}]\text{CuO}$ obtenido por molienda mecánica y reacción en estado sólido

Rodolfo Hazael Sánchez García¹, Elizabeth Chavira Martínez², Alberto Rubio Ponce³, Adriana Tejeda Cruz⁴, Damaris Cabrero Palomino⁵, Omar Novelo Peralta⁶

^{1,3} Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco. División de Ciencias Básicas e Ingeniería – Maestría en Ciencias e Ingeniería de Materiales. Av. San Pablo 180, C.P. 02200 México D.F.

² Instituto de Investigación en Materiales, UNAM. Departamento de Materiales de Baja Dimensionalidad. Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, Coyoacán, C.P. 04510, México D.F.

⁵ Instituto de Investigación en Materiales, UNAM. Departamento de Polímeros. Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, Coyoacán, C.P. 04510, México D.F.

^{4,6} Instituto de Investigación en Materiales, UNAM. Departamento de Materiales Metálicos y Cerámicos. Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, Coyoacán, C.P. 04510, México D.F.

al2141800162@alumnos.azc.uam.mx

El compuesto $\text{SrRu}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ es una material que pertenece a la familia de los rutenocupratos, al cual se le han realizado estudios con respecto a sus propiedades eléctricas y magnéticas. Los resultados obtenidos demuestran que este material posee características superconductoras y ferromagnéticas, siendo una excepción al efecto Meissner-Ochsenfeld. Este trabajo tiene como objetivo analizar la morfología, la estructura y la composición del compuesto $\text{RuSr}_2[\text{Gd}_{1-x}\text{Lu}_x]\text{Cu}_2\text{O}_8$, sustituyendo la base de Gadolinio [Gd] por Lutecio [Lu], haciendo variar el valor de x para cuatro concentraciones diferentes ($x=0.0, 0.1, 0.2$ y 1.0). Se sintetizaron cuatro muestras, una por valor de concentración, por medio de la reacción en estado sólido y molienda mecánica. Previo a la síntesis, se caracterizaron los especímenes por termogravimetría (TGA) para determinar los cambios en peso y las temperaturas de transición a los cuales reacciona el material. Se obtuvieron los espectros por difracción de rayos X (DRX) para determinar las fases que aparecían durante las transiciones de la reacción. De igual manera, se analizaron las muestras por microscopía electrónica de barrido (MEB) para determinar que el tamaño de grano sea del orden de 10^{-9} . Se observó que al ir sustituyendo la base de Gd, en pequeños porcentajes de concentración, por Lu se afecta la composición más no la estructura. El análisis morfológico y composicional realizado es un estudio previo al análisis de las propiedades superconductoras y ferromagnéticas del compuesto. De esta forma se busca asociar como cambian las propiedades de este rutenocuprato al variar la composición de la base.

Palabras clave: Rutenocuprato, TGA, DRX, MEB, Morfología, Composición..

Síntesis y caracterización de nanomateriales magnéticos

I. ZITI^{1,3}, M.R.Britel¹, M. Vázquez², R.Valenzuela³, A. Bouajaj¹

¹ LTI, National School of Applied Sciences, Abdelmalik Esaadi University, Tangier, Morocco, ²Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC, 28049 Madrid, Spain, ³Departamento de Materiales Metálicos y Cerámicos, Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.04510, México.

ZITI@ensat.ac.ma

Nuestro trabajo está centrado principalmente en la síntesis y la caracterización de nanomateriales magnéticos. En primer lugar, se estudiaron nanoestructuras magnéticas unidimensionales electrodepositadas en una matriz nanoporosa de alúmina (Fig1). La matriz se obtiene mediante la técnica de anodización de aluminio en el ácido oxálico [1]. Estos nanohilos se obtuvieron en forma de aleaciones (NiFe) y como un elemento puro (Ni). Se caracterizaron por medio de microscopía electrónica de barrido (SEM), difracción de rayos X (DRX), magnetometría de muestra vibrante (VSM) y resonancia ferromagnética (FMR). Los nanohilos muestran dimensiones de 50 nm en diámetro y una longitud entre 11 y 7 μm . Los resultados de DRX confirman que los nanohilos son policristalinos y crecieron en una fase cubica C.C.F y C.C.C. Los resultados magnéticos indican un comportamiento magnético blando con un eje fácil de magnetización que corresponde al eje axial de los nanohilos, esto es evidencia de que la anisotropía dominante es la anisotropía de forma.

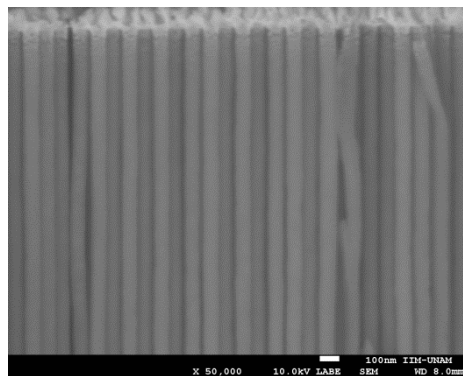


Figura. 1 – Vista longitudinal para (SEM) de los nanohilos a l'interieur de la matriz d'alumina

Palabras clave: Nanohilos ferromagnéticos, caracterización.

Referencias:

[1]: Xiaoming Kou, Xin Fan, Hao Zhu, and John Q. Xiao. **94**, 112509 _2009

Evaluación de la respuesta termoluminiscente de cristales de KMgF_3 sintetizados en un horno de microondas

Rodrigo Herrero-Calvillo¹, Maricela Villicaña-Méndez¹, Laura García-Salinas¹, Pedro Ramón González-Martínez²

1. Facultad de Ingeniería Química, UMSNH, Francisco J. Mújica S/N, Ciudad Universitaria, Col. Felicitas del Río, C.P. 58030. Morelia, Mich. México. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), Carretera México-Toluca s/n.

La Marquesa, Ocoyoacac. C.P. 52750, México

roy619@gmail.com

El objetivo del presente trabajo es el estudio de respuesta termoluminiscente de KMgF_3 , una fluoroperovskita con potenciales propiedades dosimétricas. Este material se sintetiza en un reactor de microondas Monowave 300 por la vía solvotermal. El material deberá contar con una termoluminiscencia tal que pueda ser apto para poder utilizarse en dosimetría de radiación. Se obtuvieron cuatro muestras con diferente tratamiento térmico; uno sin tratamiento, otro a 500°C, 550°C y 600°C. Se le realiza un tratamiento térmico de sensibilizado a 300°C, posterior a esto, se exponen a una fuente calibrada de radiación gamma de ^{60}Co en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ). Se elabora la pastilla y se realiza la medición de termoluminiscencia en un lector TL Harshaw TL reader model 4000, el cual integra desde 3°C a 200°C con flujo de N_2 . Se obtuvo el difractograma de DRX correspondiente para las cuatro muestras y se comparó con el patrón de referencia (Figura 1), comprobando la presencia de KMgF_3 . Se realizó análisis de MEB para determinar la morfología y tamaño de partícula (Figura 2), se realizó una tabla comparativa de mediciones de tamaño de partícula obtenidas con Lince (Tabla 1), los valores indican que conforme se eleva la temperatura, se disminuye el tamaño de partícula. Se seguirá experimentando con el fin de llegar a la escala nanométrica. Por último, se obtuvo la curva de brillo (Figura 3), la cual indica que la muestra de 600°C obtuvo mayor respuesta termoluminiscente respecto a las demás muestras.

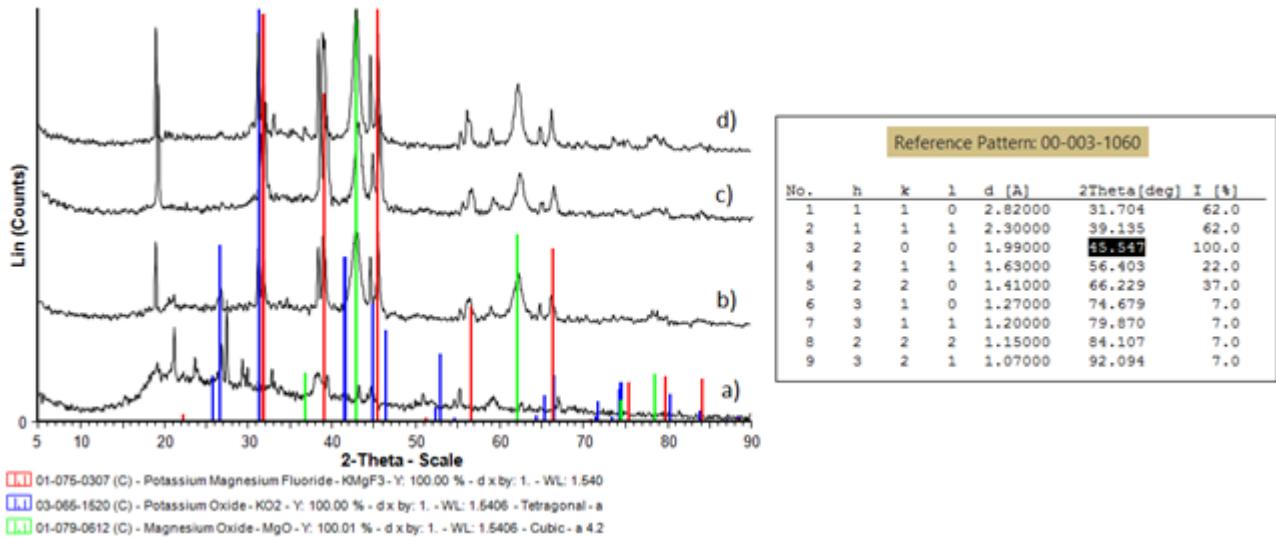


Figura 1. Difractograma de rayos X. a) Muestra sin tratamiento térmico; en esta muestra no se aprecia la formación de la fase deseada, b) muestra tratada a 500°C; se presenta la fase deseada KMgF₃, junto con óxido de potasio y magnesio, al igual que la c) muestra tratada a 550°C y la d) muestra tratada a 600°C, dado que los primeros cinco valores de 2-theta en el patrón de referencia coinciden con los mostrados en el difractograma.

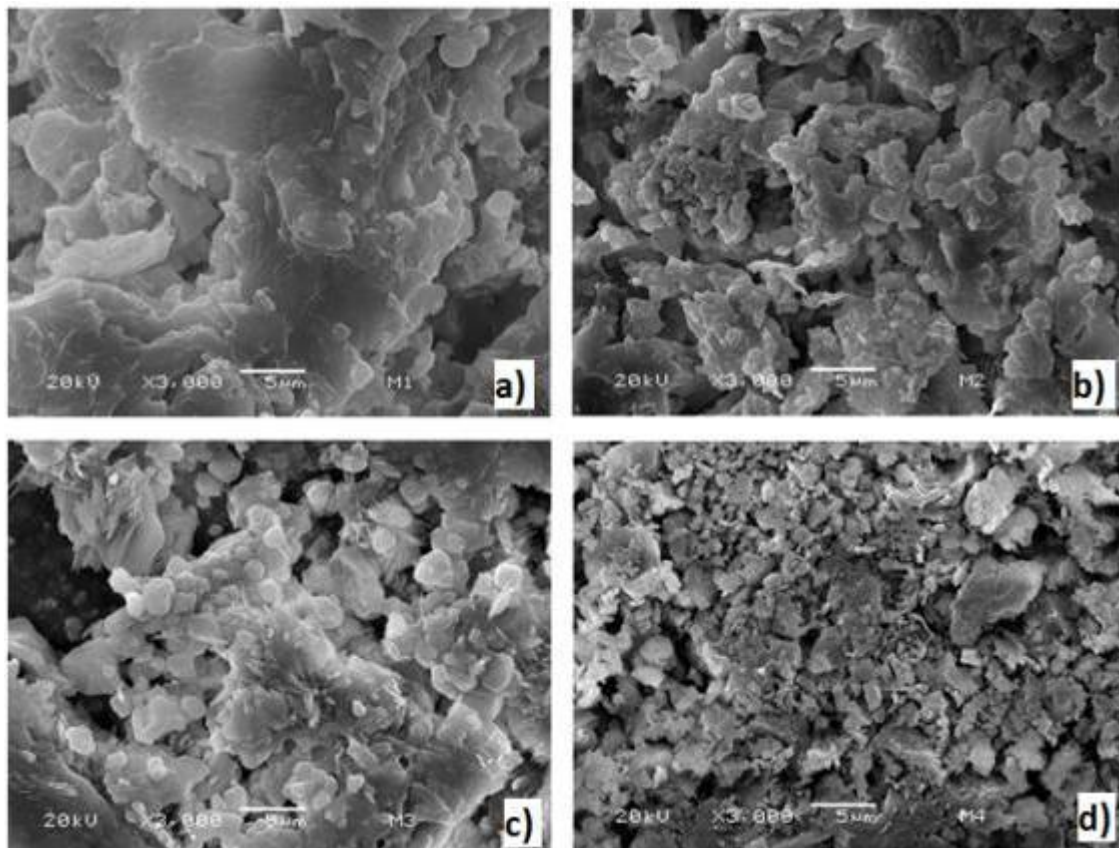


Figura 2. a) Se aprecia una fase amorfa, posiblemente algún material que estaba en transición de fase, b) las partículas grandes han disminuido de tamaño y se han ido homogeneizando en forma y tamaño, c) se observan transiciones de fase, parecidas a la micrografía "a", pero de menor tamaño, d) se puede apreciar una homogeneización de la morfología del material y del tamaño de partícula, y fases cristalinas consolidadas.

Tabla 1. Tabla de valores de tamaño de partícula. Conforme se aumenta la temperatura de tratamiento térmico, se disminuye el tamaño de partícula. La desviación estándar también disminuye, indicando que el tamaño de partícula se va homogeneizando.

Muestra	ST	500°C	550°C	600°C
Mediciones (nm)	1,522.85	2,079.01	1,599.65	327.22
	2,777.93	539.724	1,270.46	277.769
	2,208.63	650.821	568.168	484.372
	2,162.90	797.584	508.184	374.352
	2,599.48	715.364	477.841	452.436
	2,039.20	1,127.95	965.518	319.921
	1,999.60	654.44	992.857	398.792
	1,969.38	825.714	833.333	319.921
	2,331.91	589.905	656.863	404.671
	1,799.64	878.383	532.397	484.372
	2,056.38	913.532	517.397	414.285
	986.842	926.369	925.548	682.703
	857.79		589.923	619.841
	530.412			596.54
			748.705	
Promedio	1,845.92	891.57	802.93	460.393333
Desv. Est.	654.964989	409.097427	341.6768716	142.602965

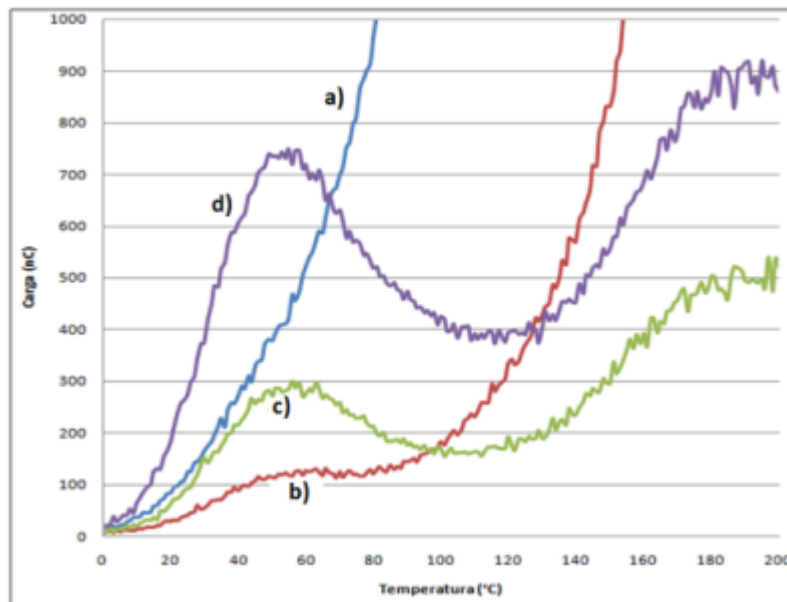


Figura 3. Curvas de brillo, a) muestra sin tratamiento, no hubo respuesta TL, b) muestra a 500°C, se observa una leve respuesta TL, c) muestra a 550°C, pequeño incremento en la respuesta TL, d) muestra a 600°C, se aprecia un incremento considerable en la respuesta TL, respecto a las anteriores.

Agradecimiento:

Al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, por el apoyo brindado para el desarrollo y mejoramiento del presente proyecto.

Referencias:

1. Azorín N. J. y Azorín V. J. C. (2010) "Protección Radiológica", Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa, primera edición, México, D.F pp. 13, 53-55, 61, 71, 91, 97-99, 117-126.
2. Gonzalez P. R., Furetta C., Cruz Z. E. (2005) "The thermoluminescence (TL) kinetics parameters of the perovskite-like KMgF_3 activated by lutetium impurities" Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 243 349-353.
3. Hayes B. L. (2002) "Microwave Synthesis: Chemistry at the speed of light", CEM Publishing, Matthews, North Carolina pp. 11-18, 163-164.
4. Li J., Zhang C. X., Tang Q., Zhang Y. L., Hao J. Q., Su Q., Wang S. B. (2006) "Synthesis, photoluminescence, thermoluminescence and dosimetry properties of novel phosphor $\text{Zn}(\text{BO}_2)_2:\text{Tb}$ ". Journal of Physics and Chemistry of Solids 68 143-147.
5. Oberhofer M. y Scharmann A. (1981) "Applied Thermoluminescence Dosimetry", ISPRC Courses, Published for the Commission of the European Communities by Adam Hilger, pp. 11.
6. Quan Z., Yang P., Li Ch., Yang J., Yang D., Jin Y., Li H., Lin J. (2009) "Shape and Phase-Controlled Synthesis of KMgF_3 Colloidal Nanocrystals via Microwave Irradiation", Journal of Physical Chemistry C, 2009, 113, 4018-4025.
7. Ruinian H., Jicheng Y., Huiming J. y Chunshan S. (2006) "Mild solvothermal synthesis and luminescent properties of the complex fluorides $\text{KMgF}_3:\text{Eu}$ and $\text{KZnF}_3:\text{RE}$ (RE = Eu, Ce)", Journal of Alloys and Compounds 432 (2007) 253-257
8. Ruinian H., Zhihong J., Demin X. y Chunshan S. (2002) "Solvothermal synthesis of the complex fluorides KMgF_3 and KZnF_3 with the Perovskite structures", Materials Research Bulletin 37 (2002) 1189-1195.
9. Sahnouna M., Zbiria M., Daula C., Khenatab R., Baltacheb H., Drizb M. (2005) "Full potential calculation of structural, electronic and optical properties of KMgF_3 ", Published in Materials Chemistry and Physics 91: 185-191.
10. Somaiah K. y Veeresham P. (1991) "Thermally Stimulated Luminescence of K_2MgF_4 " Cryst. Res. Technol. 26 1991 2 K29- k33
11. Zhu G. X., Li Y. D., Lian H. Z., Yan J. H. y Wang X. Q. (2008) "Synthesis and fluorescence properties of cerium- KMgF_3 through a solvothermal process", Chinese Chemical Letters 20 (2009) 106-110

Síntesis y caracterización estructural y magnética de nanoaleaciones Pd-Ag y Pd-Ni

Rebeca Díaz Pardo¹, Israel Betancourt Reyes²

¹Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM., ² Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM.

crebedipar@gmail.com

Las nanoaleaciones son de gran interés ya que presentan propiedades químicas y físicas diferentes a las que presentan las moléculas aisladas así como la materia macroscópica. La relación entre átomos en la superficie y átomos interiores es muy alta en las nanopartículas metálicas.

En particular, las nanopartículas de paladio han sido estudiadas ampliamente debido a sus propiedades catalíticas de hidrogenación, oxidación de CO y NO [1, 2]. También se ha observado comportamiento ferromagnético ya que el paladio presenta paramagnetismo de Pauli incrementado y está cerca de cumplir el criterio de Stoner para ferromagnetismo [3, 4].

El objetivo de este trabajo es averiguar qué características estructurales y magnéticas presentan nanoaleaciones de Pd, por un lado con un elemento ferromagnético como el níquel y por otro lado con un metal noble diamagnético como la plata.

La síntesis de las nanoaleaciones se llevó a cabo mediante activación mecánica a partir de PdCl₂, AgNO₃, NiCl₂ y el uso de un agente reductor que es el NaBH₄. De tal forma que los parámetros volumétricos de las nanopartículas estén en el rango de menos de 20 nanómetros y que la concentración de la plata y el níquel sea menor a 10%.

A lo largo del trabajo se estudian las propiedades estructurales y magnéticas de éstas aleaciones y se responde a la pregunta de cómo cambian las propiedades magnéticas de las nanoaleaciones de paladio.

Referencias:

- [1] Wang W., Gengyu Cao, "Synthesis and structural investigation of Pd/Ag bimetallic nanoparticles prepared by the solvothermal method", *Journal of Nanoparticle Research*, 9, 2007, pp. 1153-1161.
- [2] Johnston R.L., J. P. Wilcoxon, "Frontiers in nanoscience, vol. 3: Metal Nanoparticles and Nanoalloys", Elsevier, Holanda-2012, pp. 302
- [3] Getzlaff, M., "Fundamentals of Magnetism", Springer, Berlin-2008, pp.387
- [4] Sampedro B., et. al., "Ferromagnetism in fcc Twinned 2.4 nm Size Pd Nanoparticles", *Phys. Rev. Lett.*, 2003, 91, 237203 1-4

Medición de la movilidad electrónica de pocas capas de grafeno mediante el uso del transistores de efecto de campo

José Luis Benítez Benítez y Doroteo Mendoza López..

Instituto de investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México. A.P. 70-360, Distrito Federal
04510, México.
jlbentz@gmail.com

El grafeno es un material en dos dimensiones constituido de átomos de carbono, arreglados en una estructura de panal de abejas. Su conductividad térmica puede tener valores de $\sim 3080\text{--}5300 \text{ WmK}^{-1}$ [1], la movilidad electrónica se han llegado a reportar de $200,000 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ y una densidad electrónica de $\sim 2 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ para una muestra flotada [2]. Para darnos una idea, el GaAs tiene una movilidad de $8500 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ a 300 K [3], en comparación con el grafeno, la diferencia es enorme. Este es uno de los motivos del gran interés de estudio de este novedoso material.

Nuestro objetivo es presentar mediciones de movilidad electrónica en pocas capas de grafeno, mediante el uso del transistor de efecto de campo. Las pocas capas de grafeno son sintetizadas mediante la técnica de CVD (Chemical Vapor Deposition, por sus siglas en inglés). Para la fabricación de los transistores de efecto de campo se utilizará silicio dopado tipo P, que cuenta con una capa de óxido de 306 nm de espesor.

Referencias:

- [1].- Balandin A A, Ghosh S, Bao W, Calizo I, Teweldebrhan D, Miao F and Lau C N 2008 *Nano Lett.* **8** 902
- [2].- K.I. Bolotin , K.J. Sikes, Z. Jiang, M. Klima, G. Fudenberg, J. Hone, P. Kim, H.L. Stormer 2008, *Solid State Communications*, **146**, 351-355.
- [3].K. V. Shalnova, *Física de los semiconductores*, Mir Moscu, URSS, 1975.

Síntesis de nanoestructuras de óxido de cinc con potenciales aplicaciones fotovoltaicas

Germán Soto Pérez¹, José Ocotlán Flores Flores²

¹ Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET-UNAM), ² Centro de Ciencias Aplicadas y
Desarrollo Tecnológico (CCADET-UNAM)

german.soto168@gmail.com

La generación de energía, es sin duda uno de los temas que actualmente involucra de forma activa a la comunidad científica. Dentro de esta iniciativa, se han obtenido grandes avances en el tema de fuentes renovables de energía, siendo la energía solar, la principal fuente, ha dado lugar a un inmenso estudio en el diseño y desarrollo de dispositivos fotovoltaicos.

En éste trabajo, se presenta la metodología de síntesis y fabricación de nanoestructuras de óxido de cinc para aplicarlas como capas de transferencia electrónica en celdas fotovoltaicas, particularmente en celdas solares orgánicas basadas en polímeros conductores. El óxido de cinc disperso en metanol se sintetiza para depositarlo como película semilla sobre sustratos conductores de ITO. Posteriormente, se prepara una disolución equimolar de hexametilentetramina y nitrato de cinc como medio de crecimiento de las nanoestructuras y se introduce el sustrato dentro de la disolución de crecimiento en un reactor cerrado y se calienta a 90 °C por 4 horas. Pasado este tiempo, se retira el sustrato de la disolución, se enjuaga con agua desionizada y se deja secar en condiciones ambientales.

Con éste proceso, se obtuvieron estructuras tipo barras hexagonales crecidas sobre una semilla común formando arreglos semejantes a un “erizo” como se muestra en la figura 1.

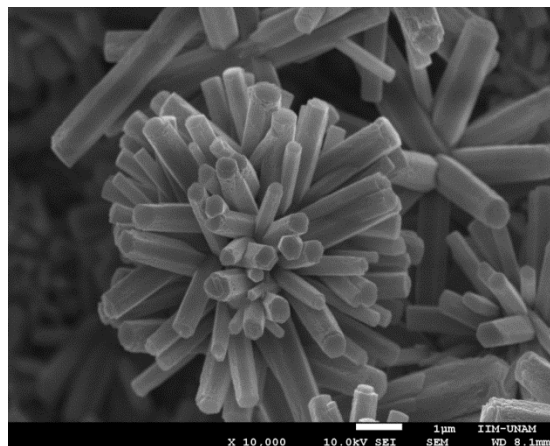


Figura 1

De acuerdo con la literatura y la teoría, estas estructuras optimizarían el funcionamiento de la celda, propiciando una mejor transferencia de carga, al proporcionarle a los electrones caminos definidos hacia el cátodo.

Agradecimientos: Al CONACyT por la beca de apoyo financiero, al grupo de materiales y nanotecnología del CCADET por apoyo teórico-práctico, al Dr. José Chávez, M. en C. Adriana Tejeda, Dr. Omar Novelo, Dr. Josué Romero e Ing. Carlos Flores del IIM por apoyo en caracterización.

Referencias:

1. S.A. Yousaf and S. Ali, The effect of fluorine doping on opto electronic properties of tin-dioxide thin films.
2. M.A. Sánchez-García, A. Maldonado, L. Castañeda, R. Silva-González, M. de la Luz Olvera, Characteristics of SnO₂:F thin films deposited by ultrasonic spray pyrolysis: Effect of water content in solution and substrate temperature.
3. D.J. Kwak, B.H. Moon, D.K. Lee, C.S. Park, Y.M. Sung, Comparison of transparent conductive indium tin oxide, titanium-doped indium oxide and fluorine-doped tin oxide films for dye-sensitized solar cell application
4. A.B. Djurisić, X. Liu, Y.H. Leung, Zinc oxide films and nanomaterials for photovoltaic applications.
5. Q. Peng, Y. Qin, ZnO nanowires and their application for solar cells.
6. F. J. Solís Pomar, Síntesis de nano estructuras en 1D de ZnO para su uso en aplicaciones de energía y ambientales.
7. C. Pacholski, A. Kornowski, H. Weller, Self assembly of ZnO: From nanodots to nanorods.
8. A. Bayek, M. Ghoul, A. Souissi, I. B. Assaker, H. Lecoq, S. Nowak, S. Chaguetmi, S. Ammar, M. Oueslati, R. Chtourou, Structural and optical properties of ZnS/ZnO core/Shell nanowires grown on ITO glass.
9. J.B. Baxter, A.M. Walker, K. van Ommering, E.S. Aydil, Synthesis and characterization of ZnO nanowires and their integration into dye-sensitized solar cells.
10. O.V. Kharissova, U.O. Méndez, La estructura del fullereno C₆₀ y sus aplicaciones.
11. S.Y. Son, Y.J. Noh, C. Bok, S. Lee, B.G. Kim, S.I. Na, H.I. Joh, One-step synthesis of carbon nano sheets converted from polycyclic compound and their direct use as transparent electrodes of ITO-free organic solar cells.
12. M. P. Bhatt, H.D. Magurudeniya, P. Sista, E.E. Sheina, M. Jeffries-EL, B.G. Janesko, R.D. McCullough, M. C. Stefan, Role of the transition metal in Grignard metathesis polymerization (GRIM) of 3-hexylthiophene.
13. R.C. Cabriales Gómez, Luminiscencia en polímeros semiconductores.
14. R.D. McCullough, R.D. Lowe, M. Jayaraman, D. L. Anderson, Design, synthesis and control of conducting polymers architecture: Structurally homogeneous poly(3-alkylthiophenes).
15. R.D. McCullough, R.D. Lowe, Enhanced electrical conductivity in region selectively synthesized poly(3-alkylthiophenes).

Síntesis y caracterización de nanopartículas magnéticas de óxido de hierro para su uso en terapia contra cáncer.

Jonathan Cruz Vargas¹, Patricia Guadarrama Acosta².

^{1,2}Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México.

jonydragon.88@gmail.com

El cáncer es una de las principales causas de mortalidad a nivel mundial. Esto es resultado de lesiones precancerosas que derivan en tumores malignos, usualmente localizados, pero que eventualmente pueden diseminarse a otros órganos (metástasis). En México, de acuerdo al INEGI, el cáncer es la tercera causa de muerte, los más comunes son el de próstata, mama, cervicouterino, pulmón y estómago.

No obstante que los nuevos tratamientos, y la detección temprana, permiten la sobrevivencia de pacientes diagnosticados, sigue siendo de gran importancia la generación de terapias más eficientes, accesibles y selectivas.

El avance de la nanotecnología aplicada a biomateriales ha permitido desarrollar nuevas terapias para la eliminación de los tumores que son detectados a tiempo. En este proyecto de investigación se desarrollan protocolos de síntesis para optimizar la obtención de nanopartículas superparamagnéticas de óxido de hierro (SPION's) como materiales potenciales para terapias como la hipertermia (aplicación de un campo magnético externo para destruir células cancerígenas a través del calentamiento producido por vibración de las nanopartículas). Las nanopartículas sintetizadas están funcionalizadas con una capa orgánica polar que les permite ser solubles en agua, lo cual es mandatorio para aplicaciones biológicas, además de darles la posibilidad de ser “decoradas” con macromoléculas que pueden acarrear fármacos específicos para atacar tumores cancerígenos dando lugar a una terapia combinada.

Difracción de rayos-X (XRD), microscopía electrónica de barrido (SEM) y magnetometría de muestra vibrante son algunas técnicas de caracterización que demuestran la obtención de nanopartículas de magnetita (Fe₃O₄) con tamaños de 10 a 30 nanómetros.

Palabras clave: Nanopartículas, Magnetismo, Hipertermia, Cáncer.

Referencias:

- [1] B. Bajaj, B.D. Malhotra, S. Choi. *Thin Solid Films* **2010**, 519, 1219–1223.
- [2] L. Wang, J. Bao, L. Wang, F. Zhang, Y. Li. *Chem. Eur. J.* **2006**, 12, 6341 – 6347.
- [3] P. Majewski, B. Thierry. *Critical Reviews in Solid State and Materials Sciences*, **2007**, 32, 203–215.

Obtención de nanoalambres de silicio para aplicaciones en celdas solares

Jenifer Salazar, B. Marel Monroy, Guillermo Santana

Instituto de Investigaciones en Materiales UNAM,

fqgny.1991@gmail.com

Los nanoalambres son estructuras que presentan la gran ventaja de permitir que partículas como electrones, agujeros o fotones se propaguen libremente a lo largo de la dimensión no confinada, lo cual ha ocasionado un profundo interés para su aplicación en celdas solares donde podrían servir como canales de conducción unidireccional a través del dispositivo. La mayoría de los métodos de síntesis de nanoalambres implican el uso de un catalizador metálico que “guía” el crecimiento unidireccional [1]. El oro ha sido ampliamente utilizado en este sentido. Nosotros analizaremos la influencia de la morfología inicial del catalizador del Au en las dimensiones y densidad de nanoalambres de silicio sintetizados por *PECVD*. Observaremos cómo es que las películas de oro son atacadas con un tratamiento de plasma, con la finalidad de formar pequeños cúmulos de oro para su posterior uso como catalizadores durante el crecimiento de nanoalambres de silicio. Puesto que las dimensiones finales de los nanoalambres dependen directamente del tamaño y densidad de nanocúmulos de oro, el estudio previo de la morfología y distribución de dichas nanoestructuras es de vital importancia.

En este trabajo se depositaron películas de oro, variando el espesor desde 1 hasta 3 nm, sobre sustratos de silicio tipo p, S_3N_4 y SiO_2 mediante la técnica de *sputtering*. Posteriormente, fueron atacados con un plasma de amoníaco (NH_3) durante 5 minutos mediante la técnica de *PECVD*, manteniendo constantes la presión, flujo de NH_3 y temperatura. Para el estudio de las diferencias en la morfología de la capa de Au antes y después del ataque en plasma se utilizó microscopía electrónica de barrido (*SEM*). Se discutirán las diferencias observadas en términos de los diferentes espesores de la película de oro utilizados, así como la química superficial entre los distintos sustratos.

Palabras clave: nanoalambres de silicio, *PECVD*, nanocúmulos de oro, plasma

Agradecimientos: Este trabajo fue realizado con el apoyo de los proyectos de CONACYT 179632 y 153948, Asimismo, se agradece a DGAPA-UNAM PAPIIT por los proyectos IN100914 e IN108215 y a SENER-CONACYT por el proyecto 151076, los cuales financiaron este trabajo. Se agradece la asistencia técnica de Josué Esaú Romero Ibarra por su apoyo con las mediciones de SEM.

Referencias: [1] Heon-Jin Choi, “Vapor-Liquid-Solid Growth of Semiconductor Nanowires”, capítulo 1 en Semiconductor Nanostructures for Optoelectronic Devices NanoScience and Technology, DOI 10.1007/978-3-642-22480-5 1, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012.

Sensado de plasmones superficiales en nanopartículas de Au-Fe₃O₄

Luis Abraham García Hernández¹, Manuel de Llano de la Garza¹.

¹Departamento de Materia Condensada y Criogenia, Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México.
fislagh@gmail.com

Se diseñó un sensor de resonancia de plasmones superficiales (SPR) que emplea nanopartículas de Au-Fe₃O₄ (NP). Se fabricó una configuración óptica que posee un sensor funcionalizado, el cual se monta en un dispositivo de rotación para controlar la incidencia de la luz láser. Se midió la intensidad del haz que se refleja desde la superficie del sensor.

Sobre el sensor se formó una capa auto ensamblada para activarlo por inmovilización de NP. La base se cubrió con un depósito de oro formando una configuración prisma-metal-dieléctrico. Las NP core-shell son benéficas para la detección plasmónica a través del cambio en el espectro de SPR. Este cambio se correlaciona con los cambios en el medio dieléctrico.

Las NP fueron sintetizadas mediante coprecipitación obteniendo un tamaño de 37.5nm y forma icosaédrica. Además, la formación de NP es evidente a partir de los espectros UV-vis, exhibiendo un cambio en el pico de resonancia de plasmón superficial de 520nm para NP de oro a 580nm para el core-shell. Se encontró que la frecuencia de resonancia depende en gran medida del tamaño y la forma de las nanopartículas, así como las propiedades dieléctricas locales del medio circundante.

Adicionalmente, se desarrolló un modelo físico para la interfaz metal-dieléctrico, conjuntamente con un modelo de dispersión de la luz por NP usando la teoría de Rayleigh. La respuesta de SP se obtiene comparando el desplazamiento angular en la caída de la reflectividad cuando se modifica la parte dieléctrica del sensor, confirmando que existe una correlación entre el experimento y el modelo físico.

Palabras clave: Nanopartículas, sensor, magnetita, plasmones superficiales.

1. J. Homola, *Surface Plasmon Resonance Based Sensors*. Springer, 2006.
2. W. Wu, Q. He, and C. Jiang, "Magnetic iron oxide nanoparticles: synthesis and surface functionalization strategies", *Nanoscale Res. Lett.*, vol. **3**, pp. 397-415, 2008.
3. N. Halas, "Plasmonics: An emerging field fostered by *Nano Letters*", *Nano Lett.*, Vol. **10**, pp. 3816-3822, 2010.
4. R. Averitt, D. Sarkar, and N. Halas, "Plasmon resonance shifts of Au-coated Au₂S nanoshells: Insight into multicomponent nanoparticle growth", *Phys. Rev. Lett.*, Vol. **78**, pp. 4217-4220, 1997.

Síntesis y caracterización de nanopartículas de TiO₂ para su aplicación en películas delgadas

Portillo Cortez Karina¹, Medina Reyes Estefany Ingrid², Flores Flores José Ocotlán³, Chávez Carvayar José Álvaro⁴.

¹Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM), ²Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, ²Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM, ⁴Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM, portillo.ck90@gmail.com

En este trabajo, se presenta una síntesis y la caracterización de nanopartículas y nanocintas de óxido de titanio (TiO₂) sintetizadas por las técnicas sol-gel e hidrotermal respectivamente. El estudio estructural y morfológico del material nanométrico a base de TiO₂ es fundamental para su aplicación en procesos de fotocátalisis, así como, electrodos en forma de películas en celdas solares Grätzel, entre otras. Se presenta un estudio estructural y morfológico de los productos obtenidos empleando las técnicas de Difracción de rayos X (DRX) y microscopías electrónicas de barrido y transmisión (SEM) y (TEM); así como, una análisis térmico gravimétrico (ATG) y calorimetría diferencial de barrido (ATD) simultáneo.

Palabras clave: películas delgadas, dióxido de titanio, celdas solares

Agradecimientos

Al CONACYT por el soporte financiero, al laboratorio materiales y nanotecnología, CCADET, UNAM; al Dr. Omar Novelo, Dr. Josué E. Romero, Carlos Flores al Dr. Edgar Saucó y la M. C. Adriana Tejeda por el apoyo técnico en las microscopías electrónicas, análisis térmicos y DRX respectivamente.

Referencias

1. Leonid A. Kosyachenko, Solar Cells - Dye-Sensitized Devices, Intech
2. T. Soga, Nanostructured Materials for Solar Energy Conversion, 2006
3. T. Markvant, Luis Castañer, Solar cells: materials, manufacture and operation, Oxford, 2005

Estudio de la RRO sobre Os sintetizado por irradiación de microondas

J.G. Maza Domínguez¹, E.J. Borja Arco², A. Sandoval González², E. Ramírez Morales³, P.J. Sebastian⁴

¹IIM, UNAM, México D.F. ²Facultad de Química, UNAM, México D.F., ³UJAT, Villahermosa, Tabasco, ⁴IER,
Temixco, Morelos.

j.gustavo.maza.d@gmail.com

En este trabajo se presenta la síntesis de un electrocatalizador de osmio mediante el calentamiento térmico asistido por microondas a 240 °C durante 30 min a partir de $\text{Os}_3(\text{CO})_{12}$ utilizando tres diferentes medios de reacción: 1) agua desionizada, 2) etilenglicol y 3) una disolución acuosa de NaCl 0.1 M. Los electrocatalizadores sintetizados se caracterizaron con la técnica electroquímica del electrodo de disco rotatorio (EDR) en medio ácido (H_2SO_4 0.5 M). Asimismo, se estudió la reacción de reducción de oxígeno (RRO) en ausencia y presencia de metanol (1 y 2 M), y se determinaron los parámetros electrocinéticos mediante el análisis de Tafel. Para el Os sintetizado en el tercer medio de reacción se obtuvieron los parámetros electrocinéticos más cercanos a los del Pt (material de referencia), los cuales aun en presencia de metanol se mantienen muy similares, lo que no ocurre con el Pt. En general, el nuevo material de osmio sintetizado con NaCl, puede ser considerado un buen candidato para ser usado como cátodo en una celda de combustible de metanol directo (DMFC, por sus siglas en inglés) debido a la tolerancia mostrada hacia el envenenamiento por la presencia de metanol durante la RRO.

Palabras clave: osmio, RRO, microondas.

Agradecimientos: por la importante asistencia técnica a Alberto Huerta Delfino, y por el apoyo financiero a los programas de PAPIIT-IA104415-DGAPA-UNAM.

Calentamiento del sustrato en el proceso de sputtering con magnetrón

J. Cruz¹, S. Muhl¹, J. Restrepo¹

¹ Instituto de Investigaciones en Materiales. Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán CP 04510. México D.F.

El calentamiento del sustrato debido al plasma en el proceso de sputtering con magnetrón es un fenómeno que ocurre, sin embargo existen pocos estudios relacionados con este fenómeno. El calentamiento del sustrato implica: la combinación del bombardeo de iones, especies excitadas y neutras, además de radiación UV. En el presente trabajo se ha estudiado el calentamiento del sustrato durante el proceso de sputtering con magnetrón de corriente directa usando un blanco de aluminio de 4", en función de la potencia del plasma, la presión del gas argón, para tres diferentes configuraciones de sustrato; flotado, aterrizado y polarizado.

También presentamos el estudio para sputtering reactivo con una mezcla de gas de argón con nitrógeno. Se reporta el efecto del calentamiento del sustrato en la morfología y la estructura cristalina para una película delgada de nitruro de aluminio. Las propiedades de las películas se analizaron con SEM y XRD, el espesor de la película se midió usando un perfilómetro stylus. Las mediciones de sputtering no reactivo mostraron que la temperatura del sustrato puede alcanzar temperaturas superiores a 200 °C, a una potencia de plasma de 200 W, mostrando una distribución no uniforme de la temperatura sobre el sustrato.

Palabras Clave: Película delgada, sputtering, magnetrón.

Efecto del Contenido de Aluminio en las Propiedades Mecánicas, Tribológicas y Estabilidad Térmica en Recubrimientos de TiAlN Depositados por PLD

J. S. Restrepo^{1,2}, J.G. Quiñones-Galván¹, E. Camps¹, S. Muhl²

¹Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM, circuito exterior s/n, CU, México DF 04510, México,

²Departamento de Física, ININ, Apdo. Postal 18-1027, México DF 11801, México

johansrestrepo@hotmail.com

Los recubrimientos duros son una de las mejores opciones para aumentar la vida útil de las herramientas de corte en diversas aplicaciones, ya que se requiere una alta resistencia al desgaste y proteger un material (substrato) contra la corrosión u oxidación. El nitruro de titanio es un material que ha sido ampliamente usado para estas aplicaciones pero presenta limitaciones por su baja resistencia a la oxidación para solucionar este problema se ha propuesto la adición de un tercer elemento que permita un mejor desempeño con motivo de esto se depositaron recubrimientos de TiAlN por medio de depósito por láser pulsado (PLD) co-depositando aluminio y titanio en un ambiente N₂/Ar.

La cantidad de aluminio introducida se varió de 3 a 14.8%at controlando la densidad y la energía de plasma sobre el blanco de aluminio posteriormente los recubrimientos se caracterizaron por difracción de rayos x, Nanoindentación, pin-on-disc y espectroscopia Raman. La difracción de rayos X mostro que todas las muestras tuvieron una estructura FCC tipo NaCl altamente orientada en la dirección (111), los resultados de nanoindentación mostraron que las mejores propiedades mecánicas se alcanzan alrededor de un contenido de aluminio de 11.5%at alcanzando valores mayores a 40Gpa.

En cuanto a las propiedades tribológicas el coeficiente de fricción no mostro correlación con el contenido de aluminio ya que todos los resultados estuvieron en un rango entre 0.65 ± 0.13 mientras que la resistencia al desgaste mostró que el incremento de aluminio a valores mayores del 12 % at. puede causar que alcance valores tan altos como 110 mm³/N m, mientras que a valores bajos de contenido de aluminio (< a 9 % at.) permanece en valores de 9 mm³/N m.

Palabras Clave: PLD, Tribología, Propiedades Mecánicas.

Andamio a base de poli (ácido láctico-glicólico), colágeno y quitosano para regeneración de piel

Trejo-Caballero ME¹, Maciel-Cerda A¹, Herrera-Nájera R², Velasquillo-Martínez C³, Vera-Graziano R¹.

¹Instituto de Investigaciones en Materiales.

²Facultad de Química.

³CENIAQ Instituto Nacional de Rehabilitación.

maetc@outlook.com

La ingeniería de tejidos es parte de la medicina regenerativa, combina el cultivo celular, la ingeniería de materiales y la bioquímica. Para la regeneración de piel humana se requieren andamios que promuevan una regeneración rápida completa y que mimeticen sus funciones de barrera, protección y termorregulación. En este proyecto se estudia un andamio biodegradable compuesto a partir de un copolímero glicólico con ácidos L-láctico y D,L-láctico (PLGA), quitosano y colágeno.

El primer propósito es lograr características y propiedades *ad-hoc* para inducir la adhesión y diferenciación celular. Se busca que estos andamios se biodegraden en tiempos comparables a los que se regenera la piel y que tengan propiedades mecánicas similares a la misma^[1]. Debido a que la piel está constituida por capas y cada una de ellas desempeña funciones específicas, es necesario que el andamio tenga una estructura similar, se emplean el método de electrohilado coaxial para simular las capas de la piel. Se usan solventes como el hexafluoroisopropanol y ácido acético para preparar soluciones que permitan obtener andamios reproducibles de calidad. Se evalúan y comparan sus diferentes propiedades físicas, químicas y mecánicas a fin de obtener un andamio óptimo para su uso potencial en regeneración de piel.

Palabras Clave: Película delgada, colágeno, quitosano, ingeniería de tejidos.

Agradecimientos: DGAPA-UNAM, Proyecto IN198913 y CONACYT, Proyecto CNPq 117373

Referencias:

^[1] Liu, X. and Osawa, T., (2007). *Cis astaxanthin and especially 9-cis astaxanthin exhibits a higher antioxidant activity in vitro compared to the all-trans isomer*. Biochem. Biophys. Res. Co., 357: 187–193.

^[2] Wu YC, Shaw SY, Lin HR, Lee TM, Yang CY. Bone tissue engineering evaluation based on rat calvaria stromal cells cultured on modified PLGA scaffolds. Biomaterials 2006;27:896–904.

Optimización de películas delgadas de ZnO dopadas con aluminio para su aplicación como TCO en una celda solar

José Amauri Serrano Lazaro¹, Guillermo Santana Rodriguez¹, Betsabee Marel Monroy Pelaez¹.

¹Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior s/n
Ciudad Universitaria, Coyoacán D.F., México.

amauri.serrano28@gmail.com

Debido a sus propiedades eléctricas y ópticas los conocidos como TCOs (óxidos transparentes conductores) han incrementado el interés de su investigación debido a las propiedades peculiares que presentan: alta transparencia y alta conductividad. El ZnO es uno de los más conocidos en la tecnología de semiconductores para celdas solares debido a sus propiedades conductoras y ópticas. Actualmente, las películas delgadas de ZnO impurificadas son componentes importantes en la mayoría de las celdas solares de películas delgadas. En este proyecto se estudio la influencia de la concentración de aluminio incorporado a la solución precursora como fuente de átomos dopantes el cual fue variado de 1.5 a 6% atómico, usando la técnica de depósito “rocío pirolítico ultrasónico”, sobre las propiedades opto-electrónicas y de crecimiento en películas delgadas ZnO, para su aplicación TCO en celdas solares a película delgada. El objetivo principal fue la obtención de películas delgadas con las propiedades adecuadas de un TCO (transmitancia $\geq 80\%$ y resistividad eléctrica $\leq 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$). Se obtuvo que conforme la concentración de aluminio es incrementada existe un cambio en la orientación preferencial de los cristales de las películas depositadas, pasando de una orientación (002) a uno (101). Independientemente de la concentración de aluminio, las películas presentaron alta transparencia en el rango del visible ($>80\%$) y una mejora en las propiedades eléctricas como resistencia laminares menores a $200 \Omega/\square$ y resistividades menores a $7 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$. Las mejores películas se obtuvieron a una concentración de 4.45% de aluminio con transmitancia 85% y resistencia laminar y resistividad \approx de $\approx 91 \Omega/\square$ y $4 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$, respectivamente lo cual convierte a las películas depositadas en apropiadas para su uso como electrodo transparente.

Palabras clave: TCO, semiconductores, celda, transmitancia, resistividad, resistencia, electrodo, impurificado, ZnO, óxidos.

Agradecimientos: Este trabajo fue realizado con el apoyo de los proyectos de CONACYT 179632 y 153948, Asimismo, se agradece a DGAPA-UNAM PAPIIT por los proyectos IN100914 e IN108215 y a SENERCONACyT por el proyecto 151076, los cuales financiaron este trabajo. Se agradece la asistencia tecnica de Adriana Tejada, Omar Novelo, Ángel Guillen Carlos Flores y Jaime Santoyo.

Evaluación fotocatalítica de películas delgadas de ZnO y ZnO:Al

Nora Soyuki Portillo Vélez¹, Monserrat Bizarro Sordo¹

¹ Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones en Materiales, México D. F., México
nsoyuk@gmail.com

El Óxido de Zinc (ZnO) es un semiconductor que posee un ancho de banda prohibida de 3.3 eV, estabilidad química así como abundancia en la naturaleza y no presenta toxicidad, características que lo perfilan como un buen candidato como material fotocatalítico, con resultados iguales o superiores a los del Óxido de Titanio. En este trabajo se presenta la obtención y evaluación de películas delgadas de ZnO y ZnO:Al depositadas mediante la técnica de rocío pirolítico. Los precursores fueron Acetato de Zinc, Cloruro de Zinc y Cloruro de Aluminio. Los sustratos utilizados fueron de vidrio corning, una temperatura de 450°C y un flujo de gas portador de 1 L/min. Se realizó la caracterización óptica, morfológica y estructural, para posteriormente llevar a cabo la evaluación fotocatalítica en la reacción de degradación del colorante Anaranjado de Metilo y monitorear su degradación mediante espectrofotometría UV-VIS y Carbono Orgánico Total.

Los patrones de Difracción de rayos X demuestran que la fase obtenida en todas las películas incluso aquellas con Al, es la hexagonal wurtzita del ZnO, así como las imágenes de Microscopia Electrónica de Barrido muestran la diferente morfología. Mediante la Transmitancia de las películas y el método de Tauc se calculó su ancho de banda prohibida. Se logró obtener valores en decoloración del Anaranjado de Metilo, superiores al 95% en 3 h, así como una mineralización superior al 60% en 4 h.

Palabras clave: óxido de zinc, rocío pirolítico, fotocatalisis

Referencias:

[1] Wang, Z.L., Zinc oxide nanostructures: Growth, properties and applications. Journal of Physics Condensed Matter, 16 (2004) R829-R858.

Efecto de la formación de mezclas eutécticas durante el proceso de quimisorción de CO₂ en Li₅AlO₄ mezclado con K₂CO₃ o Na₂CO₃.

M. Teresa Flores-Martínez y Heriberto Pfeiffer.

Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM.

tr.flores@gmail.com

El CO₂ es el principal gas de efecto invernadero en la atmósfera de origen antropogénico, cuyo impacto ambiental de su gran concentración, son el calentamiento global y el cambio climático. En los últimos años se incrementado el interés por el desarrollo de materiales con buenas propiedades de captura de CO₂, especialmente cerámicos de litio y otros elementos alcalinos debido a su alta capacidad de captura a temperaturas elevadas. El Li₅AlO₄ se presenta como una de las mejores opciones, debido a su capacidad de capturar CO₂ en un amplio intervalo de temperaturas.

Con el fin de mejorar la capacidad de captura de CO₂ en cerámicos de litio, se ha reportado la adición de Na₂CO₃ o K₂CO₃, incrementándose este proceso considerablemente respecto al cerámico puro. Esto debido a que a altas temperaturas, el Li₂CO₃ formado durante la captura de CO₂, forma una mezcla eutéctica con Na₂CO₃ o K₂CO₃, provocando que la superficie del cerámico funda parcialmente favoreciendo procesos difusivos.

En este trabajo fueron sintetizados y caracterizados polimorfos de Li₅AlO₄ para posteriormente mezclarlos con Na₂CO₃ o K₂CO₃. Se determinó su capacidad de captura, mediante análisis termogravimétricos en presencia de CO₂, bajo diferentes condiciones. Donde pudo observarse que en el intervalo de temperaturas de ~350°C a 700°C la adición de los carbonatos mejora el proceso de captura de CO₂. Adicionalmente, se realizaron estudios cinéticos del proceso de quimisorción de CO₂ y se realizaron pruebas de ciclabilidad, observando que los materiales obtenidos presentan buena capacidad de regeneración.

Palabras clave: Análisis térmico, captura de CO₂, aluminatos de litio, mezclas eutécticas.

Agradecimientos: Este trabajo fue financiado por SENER-CONACyT y PAPIIT.

Referencias:

1. Ávalos-Rendón, T.; Lara, V. H.; Pfeiffer, H. *Ind. Eng. Chem. Res.*, **2012**, *51*, 2622–2630.
2. Ávalos-Rendón, T.; Pfeiffer, H. *Ener. Fuels* **2012**, *26*, 3110–3114.
3. Olivares-Marín, M.; Drage, T.; Maroto-Valer, M. *Int. J. Greenhouse Gas Control* **2010**, *4*, 623–629
4. Seggiani, M.; Puccini, M.; Vitolo, S. *Int. J. Greenhouse Gas Control* **2011**, *5*, 741–748.

Análisis termodinámico y cinético del mecanismo de quimisorción de CO₂ sobre Na₂TiO₃

Pedro Omar Sánchez-Camacho,¹ Issis C. Romero-Ibarra,¹ Yuhua Duan² and Heriberto Pfeiffer¹.

¹Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito exterior s/n, Cd. Universitaria, Del. Coyoacán C.P. 04510, México DF, Mexico.

²National Energy Technology Laboratory, United States Department of Energy, 236 Cochrans Mill Road, Pittsburgh, Pennsylvania 15236, USA.

Correo electrónico: pedsacam@gmail.com

Las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) son uno de los problemas de contaminación más importantes en el mundo. Una propuesta para solucionar dicho problema es la captura y almacenamiento de CO₂. La captura de CO₂ en fuentes estacionarias (por ejemplo, fundidoras, refinerías) es considerada una tecnología clave para lograr la disminución de gases de efecto invernadero. Diversos cerámicos alcalinos han sido reportados como buenos candidatos para la sorción de CO₂, en términos de su buena capacidad de sorción y altas temperaturas de operación. Algunos de los más estudiados son ortosilicato de litio (Li₄SiO₄), metazirconato de litio (Li₂ZrO₃), zirconato de sodio (Na₂ZrO₃), entre otros. Estos cerámicos capturan CO₂ químicamente, a través de un mecanismo de reacción similar. Inicialmente, el CO₂ es quimisorbido sobre la superficie del cerámico, lo que implica la formación de una capa externa del carbonato alcalino correspondiente, así como fases secundarias y/u óxidos metálicos. Posteriormente, la quimisorción es reactivada a través de procesos de difusión si la temperatura es incrementada suficientemente.

El Na₂TiO₃ fue sintetizado satisfactoriamente vía reacción de estado sólido, su estructura y microestructura fueron caracterizadas por difracción de rayos X, microscopía electrónica de barrido y de transmisión, así como por adsorción de N₂. La capacidad de quimisorción del Na₂TiO₃ fue evaluada tanto dinámicamente como isotérmicamente y los productos fueron reanalizados, de forma tal que permitieran elucidar un mecanismo de reacción entre Na₂TiO₃- CO₂. Distintas especies químicas (tales como Na₂CO₃, Na₂O, Na₄Ti₅O₁₂, Na₁₆Ti₁₀O₂₈) fueron identificadas durante el proceso de captura de CO₂ sobre el Na₂TiO₃.

Palabras clave: metatitanato de sodio, captura de CO₂, dióxido de carbono.

Referencias: Sánchez-Camacho, P.; Romero-Ibarra, I.; Duan, Y.; Pfeiffer, H. *Thermodynamic and Kinetic Analyses of the CO₂ Chemisorption Mechanism on Na₂TiO₃; Experimental and Theoretical Evidences*. J. Phys. Chem. C, 2014. 19822-19832

Síntesis de hexaluminato de lantano vía coprecipitación inversa

K. G. Portilla Zea¹, J. Zárate Medina¹, J. Lemus Ruiz¹.

¹Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales, Ed. "U" C.U., UMSNH 58060, Morelia, Michoacán, MÉXICO.

everything-i-do@hotmail.com

Introducción

El hexaluminato de lantano, LHA, se ha convertido durante las últimas décadas en un material importante debido a su alta estabilidad estructural y química. Algunas de sus aplicaciones incluyen su uso en recubrimientos de barreras térmicas y como fase de refuerzo dentro de matrices cerámicas [1]. La síntesis de LHA se ha realizado por reacción en estado sólido [2], síntesis por coprecipitación [3], etc. En este trabajo se presentan resultados de la síntesis del LHA obtenido por el método de coprecipitación.

Metodología

Se prepararon soluciones de $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ y $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ a una concentración de 0.21 M cada una. Estas soluciones se mezclaron y se mantuvieron en agitación durante 10 minutos. Posteriormente, esta solución se goteó sobre una solución de NH_4OH a un pH de 11 para obtener un gel particulado y posteriormente se mantuvo en agitación durante 40 minutos. Este gel se lavó con agua desionizada y fue secado entre 80-100°C durante 12 h. El polvo obtenido se calcinó a diferentes temperaturas durante 5 h. La caracterización de los polvos se realizó mediante DRX, MEB así como un estudio de Dilatometría.

Resultados

En la figura 1 se muestra la evolución de fase de LHA mediante DRX. Se observa que a 1600°C los picos más intensos corresponden a LHA, mientras que los menos intensos corresponden a fases secundarias no deseadas. La figura 2 muestra el dilatograma obtenido para LHA donde se observa la evolución estequiométrica de la fase. La figura 3 presenta la micrografía MEB para LHA calcinado a 1600°C, se muestra la morfología típica de LHA compuesta de partículas hexagonales.

Conclusiones

A través del método por coprecipitación se pudo obtener LHA a una temperatura de 1600°C y con distribución de partículas en forma de hexágonos características de la fase con espesor del orden submicrónico.

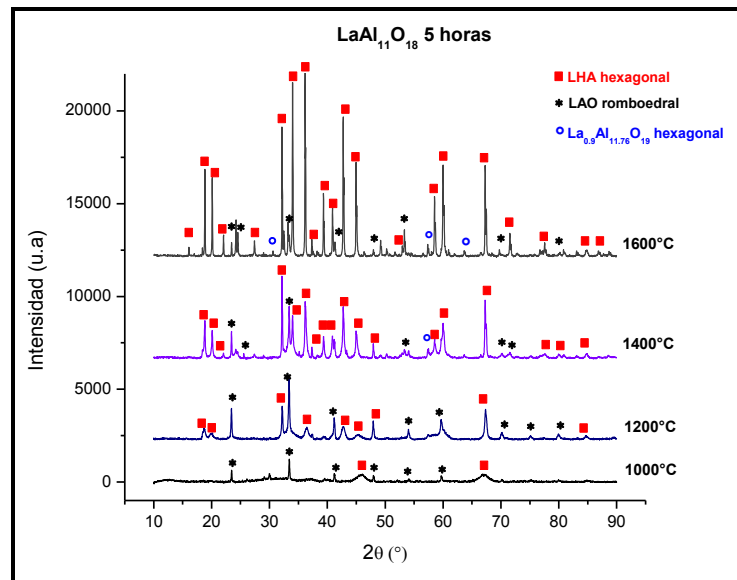


Figura 1. Espectro DRX para LHA calcinado a diferentes temperaturas durante 5 horas.

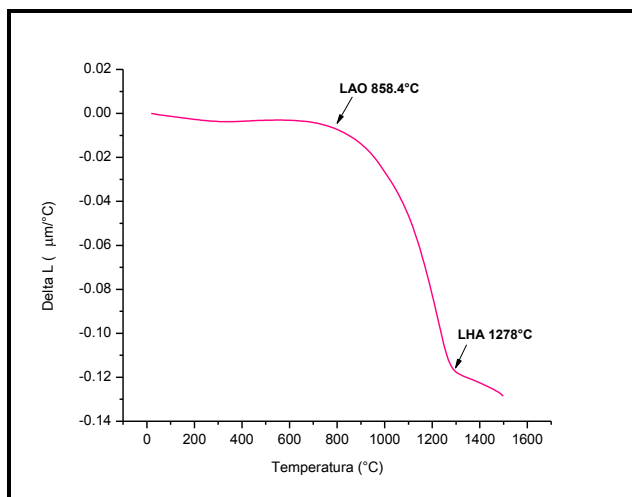


Figura 2. Dilatograma obtenido para LHA donde se observa la evolución estequiométrica de la fase.

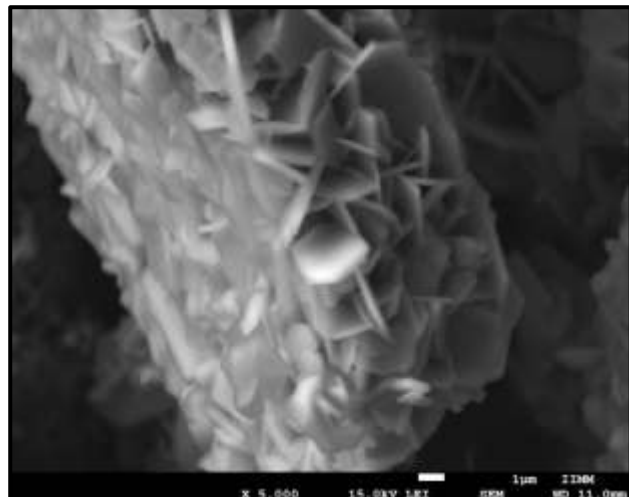


Figura 3. Micrografía MEB para LHA calcinado a 1600°C durante 5 horas.

Palabras clave: Hexaluminato de lantano, coprecipitación inversa.

Referencias

- [1] Jana P., Jayan P.S., Mandal S., Biswas K. Effect of seeding on the formation of lanthanum hexaaluminates synthesized through advanced sol gel process Journal of Crystal Growth 408 7–13(2014).
- [2] Zhu R..X., Liu Z.G., Ouyang J.H., Zhou Y., Preparation and characterization of LnMgAl₁₁O₁₉ (Ln=La, Nd, Gd) ceramic powders, Ceram. Int. 39 8841–8846 (2013).
- [3] Wu Y.Q., Zhag Y.F., Huang X.X., Li B.S., Guo J.K., Preparation, sintering and fracture behaviour of Al₂O₃–LaAl₁₁O₁₈ ceramic composites. J. Mater. Sci.; 36:4195-9 (2001).

Desarrollo de un nanomaterial base Mg impurificado con Al_2O_3 e Y_2O_3 obtenido por aleado mecánico de alta energía

Clemente Fernando Marquez¹, José Reyes Gasga², Erick A. Juarez-Arellano³.

¹Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, circuito de la Investigación S/N, Cd. Universitaria Coyoacán, C.P. 04510 México, D.F. México.

²Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, circuito de la Investigación S/N, Cd. Universitaria Coyoacán, C.P. 04510 México, D.F. México.

³Instituto de Química Aplicada, Universidad del Papaloapan, Campus Tuxtepec, Circuito central 200, Col. Parque Industrial, C.P. 68301, Tuxtepec, Oaxaca, México.
marquezfer@fisica.unam.mx

La molienda mecánica es un proceso que se realiza en molinos de bolas de alta energía donde la muestra que se deposita en su interior se suelta, rompe y se vuelve a soldar. Este proceso continuo reduce el tamaño de la partícula, cambiar su forma y/o crea procesos de mezcla y soldadura; generando una microestructura fina.

Es por eso que en este trabajo se estudia el efecto de la molienda en el sistema Mg impurificado con Al_2O_3 e Y_2O_3 buscando materiales almacenadores de hidrógeno. Los sistemas $\text{Mg}_{(1-x)}(\text{Al}_2\text{O}_3)_x$ y $\text{Mg}_{(1-x)}(\text{Y}_2\text{O}_3)_x$ fueron sometidos a las mismas condiciones de molienda mecánica de alta energía en diferentes intervalos de tiempos que fueron desde los 5 hasta los 640 minutos. El análisis de las fases cristalinas y la información cristalográfica fue obtenida por difracción de rayos X (DRX). La morfología y composición química fue analizada por microscopía electrónica de barrido (MEB) y espectroscopía de dispersión de rayos X característicos (EDX).

Con el análisis de los resultados de este estudio se puede concluir que la morfología, microestructura y estabilidad de fases del Mg es afectado de manera distinta durante la molienda mecánica dependiendo de la cantidad y tipo de impurezas utilizadas. La presencia de Al_2O_3 acelera la aparición de MgO mientras que el uso de Y_2O_3 inhibe la formación del MgO y promueve la amorfización del Mg y $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Hasta el momento no se observó reacción o formación de fases metaestables; sin embargo, la amorfización puede ser el paso previo a la reacción o recristalización.

Palabras clave: molienda mecánica, cristalinidad e impurezas.

Referencias:

[1] BP [2004], *BP statistical Review of World Energy 2004*. BP p.I.c., London, 2004.

[2] G. Alefeld and J. Völkl (Ed.) *Hydrogen in Metals I and II* (Topics in Applied Physics, vols. 28 and 29), Springer, Berlín, Heidelberg, New York, 1978.

[3] Gil B. A., Sophia K., *Desarrollo de materiales para almacenamiento de hidrógeno mediante Adsorción física*. Universidad Pública de Navarra, 27 de junio 2005.

[4] I. Dinga Gustov, *Hydrogen: The ultimate fuel and energy carrier*. International Journal of Hydrogen Energy, Volume 14, Issue 11, p. 777-784, 1989.

Estimación de la constante de equilibrio de la familia 1,3,5- bencenotricarboxilatos de Ni(II), Co(II) y Fe(II)

Guadalupe Jaquetbet Vargas Bustamante¹, Elí Sánchez González², Jorge Balmaseda Era³

¹Instituto de Investigación de Materiales, ²Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, ³Instituto de Investigación de Materiales.

queridaliss@gmailcom

Ante el reto de sustituir progresivamente los recursos fósiles por otras formas de energía sustentables, el estudio de materiales adsorbentes ha cobrado gran interés en los últimos años debido al potencial que presentan para el almacenamiento de hidrógeno y otros gases con interés energético y/o medioambiental. Los materiales “Polímeros de coordinación porosos” PCPs o “Metal-Organic Framework” MOFs son una alternativa de gran interés debido a sus propiedades fisicoquímicas y su amplia versatilidad química y estructural[1]. Entre los diferentes clases de PCPs sobresalen la familia de los 1,3,5- bencenotricarboxilatos de cobalto, hierro y níquel[2] que comprende una colección de compuestos isoreticulares con el 1,3,5-bencenotricarboxilato de cobre, por consecuencia es de gran interés su estudio debido a su elevada superficie específica, elevado volumen de poro y su alta estabilidad química y térmica[2]. Sin embargo, no existe información termoquímica que permita obtener las condiciones de reacción favorable para optimizar y dirigir la síntesis con una mayor eficiencia; por tal motivo el objetivo de este proyecto es determinar la constante de equilibrio de formación de estos materiales y estudiar las variables termodinámicas que permitan establecer condiciones óptimas de síntesis.

Palabras clave: MOFs, PCPs

Referencias:

[1] Metal-organic frameworks: nuevos materiales con espacios llenos de posibilidades, Felipe Gándara, *An. Quím.* 2012, 108(3), 190–196

[2] Investigation of Porous Ni-Based Metal-Organic Frameworks Containing Paddle Wheel Type Inorganic Building Units via High-Throughput Methods, Palanikumar Maniam and Norbert Stock, *Inorg. Chem.* 2011, 50, 5085–5097

[3] Synthesis of Metal-Organic Frameworks (MOFs): Routes to Various MOF Topologies, Morphologies, and Composites, Norbert Stock and Shyam Biswas, *Chem. Rev.* 2012, 112, 933–969

Polimerización radicalaria catalizada por complejos ciclometalados de Ru (II) con ligantes bidentantes activados térmicamente y por luz visible

Miriam Garcia V.¹, Carla Aguilar², Larissa Alexandrova³

^{1,2,3} Departamento de Reología y Mecánica de materiales. Laboratorio C-104
miriamgarcia_v@hotmail.com

El método de polimerización radicalica por transferencia de átomo (atom transfer radical polymerization, ATRP) permite obtener polímeros y copolímeros de baja polidispersidad y con estructuras bien definidas para una gran variedad de monómeros vinílicos. Existen varios complejos de metales que funcionan efectivamente en la polimerización radicalica controlada¹.

En el grupo de investigación se han desarrollado rutas sintéticas para la preparación de complejos ciclometalados de rutenio (II) con ligantes bidentados como: $[\text{Ru}(o\text{-C}_6\text{H}_4\text{-2-py})(\text{MeCN})_2(\text{phen})]\text{PF}_6$ (figura 1), el cual se ha empleado con éxito en la polimerización controlada viviente de estireno y metacrilato de metilo². La síntesis del complejo se llevo a cabo de acuerdo a lo reportado en la literatura³.

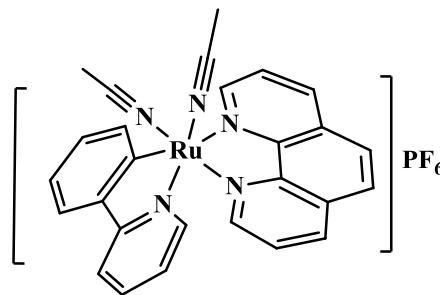


Figura 1. Estructura del complejo de rutenio empleado en las polimerizaciones

Las polimerizaciones se llevaron a cabo en masa y en solución, usando etil-2-bromoisobutirato de etilo como iniciador, a temperaturas de 80 a 100° C.

Se realizaron de forma exitosa las polimerizaciones de tres de los monómeros mas representativos de la familia vinilica como son: estireno (St), metacrilato de metilo (MMA) y acrilato de butilo (AB).

Agradecimientos: M. en C. Salvador López por su colaboración y apoyo en los analisis de GPC.

1. Matyjaszewski K., Xia J. Chem. Rev. 2001, 101, 2921-2990
2. Vargas N, Espinosa N, Macromolecules 2012, 45, 8135–8146
3. Ryabov A, Lagadec R, Alexandrova L. Inorg. Chem. 2001, 40, 6529-6532.

Caracterización de chicle natural (*Manilkara zapota*) y su modificación mediante reacciones de metátesis

Sonia Reyes-Gómez¹, Mikhail A. Tlenkopatchev¹.

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones en Materiales, México D. F., México.

sreyes.iq@iim.unam.mx

El chicozapote (*Manilkara zapota*) es una fuente de chicle natural. Crece en las regiones tropicales de América, principalmente en Guatemala, Honduras y México. En México el chicozapote se distribuye en la costa del Golfo y del Pacífico, en la península de Yucatán y en Chiapas, principalmente. El chicle es el único árbol que produce una mezcla de *cis* y *trans* poliisopreno, ya sea en proporciones de 1:1, 1:4 o 3:7 en la resina de chicle comercial, y 1:1 en el árbol. Se ha determinado que este látex además, contiene oxalato de calcio monohidratado y una fracción resinosa. El látex se calienta a agitación constante para reducir el contenido de agua (<40%) y obtener la goma base.

La síntesis de nuevos productos a partir de fuentes renovables, ha sido asumido como un gran reto para contribuir al desarrollo de un futuro sustentable. En este sentido, la metátesis de olefinas es un enfoque versátil que permite obtener productos para la química fina a partir de materias primas renovables como el hule y los aceites naturales. Mediante las reacciones de metátesis se pueden degradar polímeros insaturados para producir oligómeros cíclicos y polímeros α,ω -difuncionales (telequélidos) de bajo peso molecular.

En este trabajo se reporta la caracterización de la goma base de chicle natural (CN) proveniente de la Península de Yucatán mediante las técnicas: IR, RMN (¹H, ¹³C), GC-MS, TGA, DSC, MALDI-TOF, WAXS y GPC; y su depolimerización vía metátesis. Las reacciones se llevaron a cabo durante 24h, usando tolueno como disolvente del catalizador. Se variaron las condiciones de: temperatura, tipo de agente de transferencia de cadena (ATC), tipo de catalizador de rutenio (Grubbs y Hoveyda-Grubbs de segunda generación) y la relación hule/catalizador. Se obtuvieron oligómeros telequélidos los cuales representan valiosa materia prima para la síntesis de detergentes, biocombustibles y químicos finos.

Palabras clave: chicle natural, depolimerización, metátesis, oligómeros, telequélidos.

Agradecimientos: Este trabajo fue financiado por CONACyT (beca de doctorado) y convenio 214176/14. Agradecemos a Alejandrina Acosta, Lucero Ríos, Dr. Raúl Montiel, Salvador López y Damaris Cabrera por su asistencia en los análisis de RMN, MALDI-TOF, WAXS, GPC, TGA y DSC.

Referencias:

- [1] E. Azpeitia, A. Bowers, P. Crabbé, O. Mancera, J. S. Matthews, J. Reynoso, J. Salazar; Canadian Journal of Chemistry. 30 (1961) 2321-2323.
- [2] W. Schelesinger, H. M. Leeper; Ind. and Eng. Chem. 43 2 (1951) 398-403.
- [3] A. Fainleib, R. V. Pires, E. F. Lucas, B. G. Soares; Polímeros Ciência e Tecnol. 23 4 (2013) 441-450.
- [4] A. Martínez, S. Gutiérrez, M. A. Tlenkopatchev; Molecules 17 5 (2012) 6001-6010.
- [5] S. Gutiérrez, M. A. Tlenkopatchev; Polym. Bull. 66 8 (2010) 1029-1038.
- [6] S. Gutiérrez, M. A. Tlenkopatchev; Rev. LatinAm. Metal. Mater. 1 4 (2009) 1463-1467.
- [7] S. Reyes-Gómez, M. A. Tlenkopatchev en Memorias del Congreso Nacional de la S.P.M. MACROMEX 2014. Puerto Vallarta-JC (2014) Vol. XXVII: 491-495.
- [8] A. K. Chatterjee, T. -L. Choi, D. P. Sanders, R. H. Grubbs; J. Am. Chem. Soc. 125 (2003) 11360-11370.

Síntesis de un nuevo policarbonato mediante polihidroalquilación

Enrique Caldera Cruz¹, Dr. Mikhail Zolotukhin¹.

¹Departamento de polímeros, Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 70-360, CU, Coyoacán 04510, México D.F., México.

ecalderacruz@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El policarbonato (PC) de bisfenol A es uno de los termoplásticos de ingeniería mayormente utilizados debido a sus excelentes propiedades como alta resistencia al impacto, estabilidad dimensional y transparencia [1].

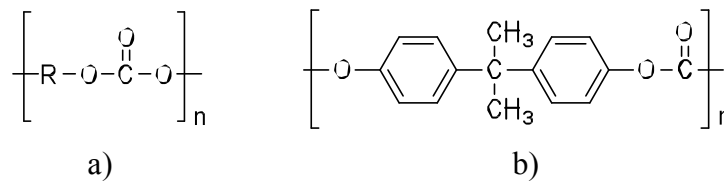


Figura 1. a) Estructura general del PC; donde R puede ser un sustituyente alifático o aromático, b) Policarbonato de bisfenol A (BPA-PC)

El PC es preparado industrialmente partiendo de bisfenol A (BPA) y fosgeno en diclorometano. La alta toxicidad que del fosgeno y las posibles propiedades carcinogénicas del diclorometano son dos grandes desventajas de este proceso [2]. Por este motivo se han buscado nuevos métodos para su eficiente producción.

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Se llevó a cabo una reacción de polihidroalquilación, la cual consiste en una condensación en catálisis ácida de compuestos aromáticos con aldehídos o cetonas [3]; en condiciones no estequiométricas

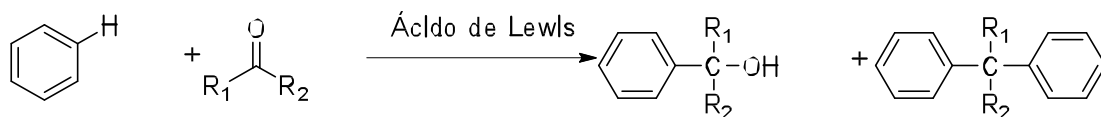


Figura 2. Reacción general de hidroalquilación. R1 y R2 pueden ser alquilo o arilo

En catálisis superácida, el alcohol obtenido reacciona con otro compuesto aromático para dar un producto diarilado, obteniéndose polímeros de alto peso molecular. Los monómeros usados fueron difenilcarbonato (DPC) y ninhidrina, y el catalizador fue el ácido trifluorometanosulfónico (TFSA).

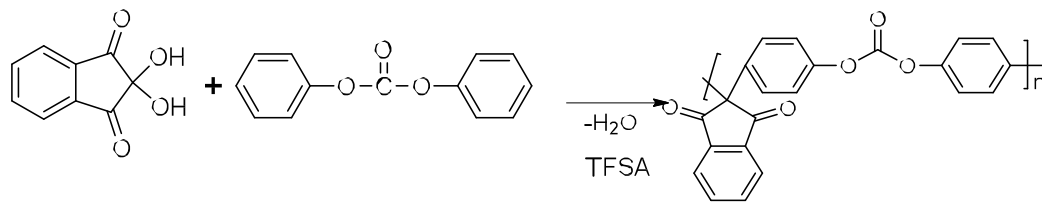


Figura 3. Reacción de polihidroalquilación entre DPC y ninhidrina

El polímero sintetizado fue caracterizado estructuralmente mediante RMN (^1H y ^{13}C) e IR. Asimismo se determinó su solubilidad, peso molecular (viscosidad y GPC) y sus propiedades térmicas (DSC y TGA) y de separación de gases.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los espectros de RMN e IR indican una cadena polimérica regular y libre de impurezas, en concordancia con la estructura propuesta

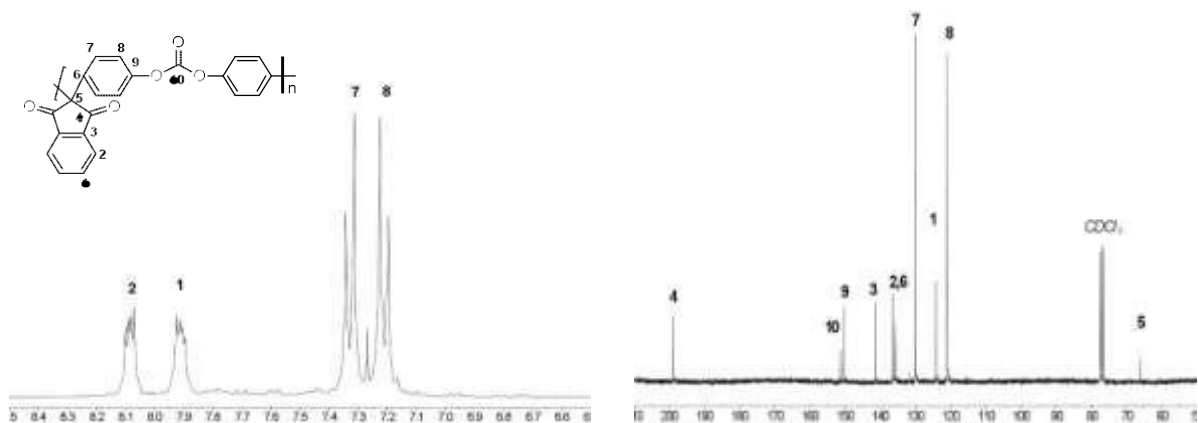


Figura 4. Espectros de RMN de ^1H y ^{13}C del polímero sintetizado

El polímero mostró solubilidad en diversos disolventes orgánicos y pesos moleculares altos ($M_n = 12000$; $M_w = 30000$), equiparables a algunos policarbonatos comerciales. Presentó también altas temperaturas de descomposición y de transición vítrea (450 y 230 °C, respectivamente)

CONCLUSIONES

Se encontró un nuevo método para la producción de policarbonato mediante polihidroalquilación de difenilcarbonato con ninhidrina catalizada por ácido trifluorometanosulfónico. Este método es eficiente para la síntesis de polímeros lineales de alto peso molecular y buenas propiedades térmicas.

REFERENCIAS

- [1] Freitag, D.; Grico, U.; Muller, P. R.; Nourvertne, W. in *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, Vol. 11; Mark, H. F. et al., Eds.; John Wiley: New York, 1987; p. 649.
- [2] Haba, O.; Itakura, I.; Ueda, M.; Kuze, S. Synthesis of Polycarbonate from Dimethyl Carbonate and Bisphenol-A Through a Non-Phosgene Process. *Journal of Polymer Science: Part A: Polymer Chemistry*, 1999, 37, 2087-2093
- [3] March, J. 1992. *Advanced Organic Chemistry*. 5th Edition. N.Y: Willey

Síntesis de complejos ciclometalados de Ru(II) y su posible aplicación como catalizadores para la polimerización radicalica controlada de monómeros vinílicos

Mendoza Aquino Gerardo¹, Alexandrova Larissa², Aguilar Lugo Carla Dinorah³

¹Instituto de Investigaciones en Materiales, ²Instituto de Investigaciones en Materiales, ³Instituto de Investigaciones en Materiales.

gerardomendozaaquino@gmail.com

Introducción:

ATRP (atom transfer radical polymerization) es un tipo de polimerización radicalica controlada que se basa en el establecimiento de un equilibrio dinámico entre una pequeña cantidad de radicales libres en crecimiento y una gran cantidad de especies durmientes.

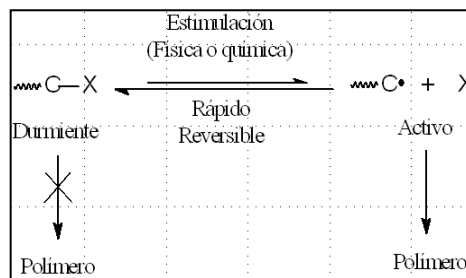


Figura 1.- Equilibrio entre especies durmientes y activas¹.

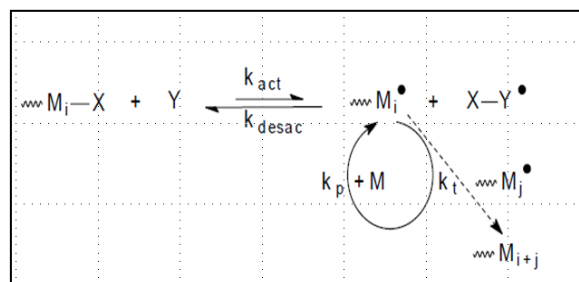


Figura 2.- Representación esquemática general de ATRP¹.

El sistema ATRP es un sistema multicomponente, y está compuesto por: monómero, iniciador con átomo de halógeno transferible y un catalizador (compuesto de un metal de transición con algún ligando adecuado). Para que se tenga éxito también se deben considerar otros factores como disolvente y temperatura.

Este método permite obtener polímeros y copolímeros de baja polidispersidad y con estructuras bien definidas para una gran variedad de monómeros vinílicos.

Metodología experimental:

Los complejos ciclometalados se prepararán de acuerdo a las rutas desarrolladas utilizando las técnicas de Schlenk con líneas mixtas de vacío/argón. Para la purificación y caracterización de los productos obtenidos, se usarán las técnicas cromatográficas y espectroscópicas convencionales.

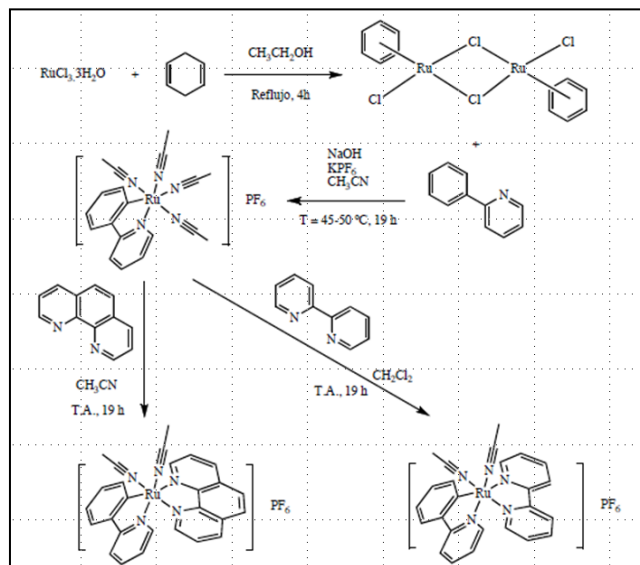


Figura 3.- Representación esquemática de la síntesis de los complejos de rutenio².

Las polimerizaciones se llevarán a cabo en condiciones de atmósfera inerte, utilizando también la técnica de Schlenk. Las conversiones se determinarán por cromatografía de gases (GC) utilizando un estándar interno, como decano. Las muestras poliméricas se analizarán por cromatografía de exclusión por tamaño (GPC), para de esta forma determinar su distribución de pesos moleculares.

Resultados esperados:

Sintetizar los complejos $[\text{Ru}(\text{phpy})(\text{MeCN})_4]\text{PF}_6$ y $[\text{Ru}(\text{phpy})(\text{phen})(\text{MeCN})_2]\text{PF}_6$.

Obtener las condiciones de reacción para lograr una polimerización controlada/viviente para estireno, metacrilato de metilo y de esta manera obtener copolímeros en bloque.

Discusión y conclusiones:

Los catalizadores $[\text{Ru}(\text{phpy})(\text{MeCN})_4]\text{PF}_6$ y $[\text{Ru}(\text{phpy})(\text{phen})(\text{MeCN})_2]\text{PF}_6$ fueron sintetizados, purificados y caracterizados por RMN de H^1 .

Se polimerizó por ATRP estireno y metacrilato de metilo obteniendo polímeros con bajas polidispersidades.

Palabras clave: Rutenio, ATRP.

Agradecimientos:

Al CONACyT por la beca otorgada y el financiamiento al proyecto 129801.

Al M. en C. Salvador López Morales.

Al I.Q. Gerardo Cedillo Valverde.

Referencias:

1. C. Aguilar Lugo, Tesis de Doctorado, Instituto de Investigaciones en Materiales, México, 2010.
2. N. Vargas Alfredo, Tesis de Doctorado, Instituto de Investigaciones en Materiales, México, 2013.

Síntesis de un elastómero a partir del aceite de ricino y glicerol

Daniela Wallander^{1*}, Alfredo Maciel², Elsa Gutiérrez³, Alicia del Real⁴

¹Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México

²Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México

³Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México

⁴Departamento de Nanotecnología, Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Universidad Nacional Autónoma de México

anywallander@gmail.com

En la investigación y desarrollo de nuevos materiales poliméricos, la mayor parte de la atención se ha centrado en el uso de materiales de fuentes renovables. Entre los aceites vegetales que se producen en abundancia está el aceite de ricino. El aceite de ricino es fácil de obtener a partir de las semillas de ricino. Los poliésteres elastoméricos biodegradables son sintetizados mediante una reacción típica de condensación en ambientes con altas temperaturas y vacío ^[1, 2]. En este trabajo se realizó la síntesis entre el aceite de ricino y glicerol, mediante una reacción de poli condensación sin catalizadores, en donde se obtiene un copolímero a partir de la formación de un poliéster. Este material fue caracterizado por medio de FTIR y resonancia magnética nuclear para observar la copolimerización; por MDSC y TGA para observar su comportamiento térmico. Se obtuvo un material semisintético con características elastoméricas, el cual puede ser biodegradable, por el origen de los materiales utilizados.

Referencias

^[1]Wang Y., Ameer GA, Sheppard BJ, Langer R. (2002). A tough biodegradable elastomer. *Nature Biotechnology*. **20:6**, 602-6

^[2]Yang J., Webb A.R, Ammer G. A. (2004). Novel citric acid-based biodegradable elastomers for tissue engineering. *Advanced Materials*, **16**, 511-6

Espuma biodegradable a partir de los sólidos granulares de la semilla de tamarindo y acrilato de etilo

Abel Humberto Cortés Arce¹, Alfredo Maciel Cerda¹, Daniela Wallander Romero¹, Elsa Gutiérrez Cortez²,
Alicia Del Real López³

(1) Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM (2) Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM (3) Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, UNAM
ahca_ame@yahoo.com.mx

En la actualidad se ha mostrado gran interés en el estudio de materiales poliméricos de origen natural y cuya descomposición sea adecuada al uso para el que fueron sintetizados [1]. Un ejemplo de estos materiales es el polisacárido de la semilla de tamarindo. En México existe una importante producción de tamarindo (39 000 Ton en 2012) [2]; sin embargo, su semilla se considera como desecho. Por otra parte, Wallander [2012] obtuvo un copolímero a partir de los sólidos granulares de la semilla de tamarindo (SGST) y acrilato de etilo (AE), a través de una polimerización por radicales libres en solución y con el uso de 2-2'-azobis-isobutirilnitrilo (AIBN) como iniciador [1]. En este trabajo se obtuvo el mismo copolímero de Wallander pero con el uso de persulfato de amonio como iniciador y a diferentes concentraciones de SGTS y AE. A partir del análisis de estos copolímeros a través de calorimetría diferencial de barrido, de análisis termogravimétrico, de espectroscopia de infrarrojo y determinación de potencial Z; se seleccionará el copolímero que en su reacción presente un mejor rendimiento y mejor afinidad a ser espumado. El polímero con mejores propiedades se procesará para moldearlo en forma de espuma polimérica a través de su disolución en agua con agitación mecánica. Como surfactante se usará dodecil sulfato de sodio. Este material se comparará con una espuma a base de poliestireno que se emplea en la elaboración de preformas desechables, con la finalidad de que iguale sus propiedades. Para ello se hará un análisis de propiedades mecánicas y microscopia electrónica de barrido.

Palabras clave: espuma, semilla, tamarindo, copolímero, biodegradable.

Agradecimientos: Al Instituto de Investigaciones en Materiales, a CONACYT, a la UNAM

Referencias: 1. Wallander Romero Daniela, Tesis de Maestría. Síntesis y caracterización de polímeros biodegradables a partir de la semilla de tamarindo. Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, UNAM, 2012. 2. SAGARPA. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta, 2014. 3. Mishra A., Clark J., Vij A., Daswal S., Synthesis of graft copolymers of xyloglucan and acrylonitrile. Polymer for Advanced Technologies. 2008, 19, 99-104. 4. Schüler F., Schamel D., Salonen A., Drenckhan W., Gilchrist M., Stubenrauch C. Synthesis of Macroporous Polystyrene by the Polymerization of Foamed Emulsions. Angewandte Chemie International Edition. 2012. 51, 2213-2217. 5. Kalia S., Sabaa M., Kango S., Polysaccharide Based Graft Copolymers. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

Síntesis de nuevos materiales poliméricos con posibles aplicaciones en la tecnología de separación de gases

Rafael A. Castro-Blanco, Larissa Alexandrova.

Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM.

rafaelac@unam.mx

La separación de gases basada en membranas ha emergido en los últimos años como una tecnología que puede ser usada en conjunción o en reemplazo de las tecnologías convencionales de separación de gases, como son la destilación criogénica y los tratamientos químicos. Adicionalmente se considera una tecnología verde ya que requiere poca inversión energética y los residuos generados son nulos, pudiéndose utilizar en varios tipos de separación como son H_2/CH_4 , H_2O/CH_4 .

Las poliimidas aromáticas se han utilizado tradicionalmente para hacer este tipo de membranas, dado su alta resistencia química y termomecánica, sin embargo, la procesabilidad de las mismas es pobre. Para mejorar la procesabilidad, se incluyen en las cadenas poliméricas grupos laterales voluminosos, utilizando monómeros que supriman tanto las estructuras coplanares así como las angulares.

El 4''terbutil-4,4'diamino-trifenilmetano (DATBu) es un monómero que posee las características anteriores adicionalmente de un grupo terbutilo que mejora la solubilidad en disolventes orgánicos comunes. Lo cual lo hace un buen candidato para generar poliimidas aromáticas para este fin.

Se presenta la síntesis del monómero, así como la síntesis de dos polímeros por vías orgánicas clásicas, al igual que su caracterización por IR-FT, RMN- 1H , DSC y TGA.

Palabras clave: Poliimidas, separación de gases.

Referencias:

1. R. W. Baker, Membrane Technology and Applications, John Wiley & Sons Ltd, (2005).
2. M. Freemantle, Membranes for Gas Separation, C & En, vol. 83, num. 40, 49 (2005).
3. Yang C-P; J of Polym Sci. Part A 38, (2000) 1090 –1099.
4. Mehdipour-Ataei S; J. of Appl. polym. Sci. 96, (2005) 570-576.
5. Maiti S; J. of Appl. Polym. Sci. 26, (1981) 957-978.

Superconductividad de altas temperaturas críticas incluyendo pares de Cooper de huecos

I. Chávez¹, M. Grether², M. de Llano¹

¹Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM ²Facultad de Ciencias, UNAM.

israelito@ciencias.unam.mx

El formalismo de la generalización del condensado de Bose-Einstein [1-4] (GBEC, por sus siglas en inglés) que estudia superconductividad, tiene tres nuevos ingredientes: i) tratamiento de los pares de Cooper como verdaderos bosones, ii) inclusión de pares de Cooper de huecos (2h-CPs) así como de pares de Cooper de electrones (2e-CPs) y iii) parte de un gas bosón-fermión ideal *ternario* con interacciones tipo-vértice bosón-fermión que generan la formación/desintegración de pares bosónicos a partir de fermiones individuales. Además de incluir como casos especiales a las teorías estándar BCS y BEC, el nuevo formalismo GBEC también incluye como caso especial a la teoría del “*crossover*” BCS-Bose [5]. Se encuentra que este nuevo formalismo predice incrementos de varios órdenes de magnitud en la temperatura-crítica superconductor T_c al incluir los 2h-CPs. Se presenta un diagrama de fases de T_c/T_F vs n/n_f , donde n es la densidad de número total del sistema, n_f es la densidad de número de los electrones desapareados en $T=0$ [6] y T_F la temperatura de Fermi del gas inicial de electrones. Se grafican tres fases distintas asociadas al GBEC: una fase pura de 2h-CPs, otra fase pura de 2e-CPs, y una tercera siendo una mezcla 50-50 entre 2e/2h-CPs [7]. En dicho diagrama de fases también se comparan estos resultados con las teorías BEC y BCS, en donde se tiene el valor de $T_c/T_F = 7.64 \times 10^{-6}$ cuando $n/n_f = 1$, usando el parámetro de acoplamiento adimensional de BCS $\lambda = 1/5$, con $\hbar\omega_D/E_F = 10^{-3}$ donde $\hbar\omega_D$ es la energía de Debye de la red-iónica.

Palabras clave: **Superconductividad de alta T_c , pares de Cooper de huecos, BEC generalizada, Crossover BCS-Bose**

Referencias

1. V.V. Tolmachev, Phys. Lett. A **266**, 400 (2000).
2. M. de Llano & V.V. Tolmachev, Physica A **317**, 546 (2003).
3. M. de Llano & V.V. Tolmachev, Ukrainian J. Phys. **55**, 79 (2010).
4. M. Grether, M. de Llano, & V.V. Tolmachev, Int. J. Quant. Chem. **112**, 3018 (2012).
5. S.K. Adhikari, M. de Llano, F.J. Sevilla, M.A. Solís, & J.J. Valencia, Physica C **453**, 37 (2007).
6. I. Chávez, M. Grether, & M. de Llano, J. of Supercond. and Novel Magn. **28**, 309 (2015).
7. I. Chavez, M. Grether & M. de Llano, J. Supercond. and Novel Magn. **28**, 1279 (2015).

Efectos de la presión en los parámetros superconductores de $\text{FeSe}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$

Martínez Piñeiro Esmeralda Lizet¹, Escudero Derat Roberto¹.

¹ IIM, UNAM

esmemapi@gmail.com

Los compuestos basados en FeSe tienen la peculiaridad de incrementar su temperatura crítica superconductora (T_c) y transformar su estructura cristalina al aplicar una presión hidrostática externa o química [1-3]. Sin embargo, existen pocos estudios sobre los cambios en las propiedades superconductoras de estos compuestos, en especial de los del tipo $\text{FeSe}_{1-x}\text{Te}_x$. Este trabajo tiene como propósito comparar los parámetros superconductores de $\text{FeSe}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$ al ser sometido a diferentes presiones externas. Se realizaron mediciones magnéticas en un Magnetic Property Measurement System (Quantum Design) mientras se aplicaban presiones de hasta 1 GPa en una celda de la aleación cobre-berilio. Como consecuencia, la T_c se incrementó de 13.5 a 20 K con una tasa de crecimiento de 7.37 K/GPa. Se calcularon los campos críticos superconductores mediante mediciones de magnetización en función del campo y de la aproximación Werthamer-Helfand-Hohenberg [5] a diferentes presiones, encontrando que aumentaban en más del 500%. Además, se estimaron los parámetros Ginzburg-Landau y estos disminuyeron en una tercera parte, lo cual representa un cambio en la densidad de cargas superconductoras.

Palabras clave: altas presiones, superconductividad, hierro.

Agradecimientos: al IIM, UNAM y al CONACYT por la beca No. 210883.

Referencias:

- [1] K. W. Yeh, et al, J. Phys. Soc. Jpn, 77, 152505 (2008)
- [2] D. Velasco-Soto, et al. J. Appl. Phys, 113, 7E138(2013)
- [3] A. Stemshorn, et al., High Press. Res., 29, 267 (2009)
- [4] Pietosa, J., et al. J. Phys. Condens, Matter 24 (2012)
- [5] L.F. Li, et al, Physica C, 470, 313 (2010)

Adición de cúmulos de Ag en silibina como forma indirecta de detección de silimarina en tejidos cerebrales

Reina Tapia Miguel¹, Martínez Vázquez Ana María¹

¹Instituto de Investigaciones en Materiales. UNAM, Circuito Exterior s/n, CU. Coyoacán, CP 04510. México D.F.
mreina.2404@hotmail.com

La silimarina es un fármaco en estudio, con características anti-inflamatorias y anti-oxidantes. Su acción farmacológica se relaciona con la prevención y el tratamiento de enfermedades hepáticas como la cirrosis. Además se ha encontrado que este fármaco inhibe la progresión del Parkinson. Los componentes activos más importantes de la silimarina son la silibina y la dehidrosilibina. Cuando estos compuestos se exponen a disoluciones de sales plata, se observa que hay una aparente interacción que produce cambios en los espectros UV-visible. Estos cambios se explican con la producción de nanopartículas de plata alrededor de estas moléculas. Es decir, los resultados experimentales muestran que se pueden formar nanopartículas de plata gracias a la presencia de estas moléculas, lo que incrementa las señales de UV-visible aumentando con esto la capacidad de detección. Por lo tanto, se espera que al impregnar tejidos biológicos con una disolución de AgNO₃ e irradiarlos con la lámpara de Xe, se generarán nanopartículas de plata en los sitios de concentración de la silimarina. De esta manera, la aparición de nanopartículas de plata sería una manera indirecta de detectar la presencia de silimarina, en sitios específicos del tejido.

En este trabajo se presenta el modelado teórico de la adición de cúmulos de plata a la silibina y dehidrosilibina y el efecto que tienen en los espectros RAMAN y UV-visible. En el marco de la teoría de funcionales de la densidad utilizando el funcional B3LYP con la base 6-31+G(d) para los átomos de C, H y O y LanL2DZ para los átomos de Ag y empleando el software Gaussian09 y la interfaz gráfica Gaussview5, se pretende analizar los efectos de la presencia de plata en la estructura de la silibina para poder explicar las diferencias en los espectros de caracterización, así como explicar los resultados experimentales concernientes a la detección selectiva de la silimarina y analizar y comparar las propiedades antiradicálicas de los derivados metilados más estables de silibina en términos de mecanismos de transferencia electrónica.

Palabras Clave: Silimarina, silibina, tejidos cerebrales.

Agradecimientos: Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT, por la beca otorgada para los estudios de maestría con el número de beca 307727.

Referencias:

- [¹] Trouillas P., Mechanism of the Antioxidant Action of Silybin and 2,3-Dehydrosilybin Flavonolignans: A Joint Experimental and Theoretical Study, J. Phys. Chem. A 2008, 112, 1054-1063, 2007
- [²] Martínez A., Donator Acceptor Map of Psittacofulvins and Anthocyanins: Are They Good Antioxidant Substances, J. Phys. Chem. B, 2009, 113 (14), 4915-4921.

Estructura electrónica de sistemas tipo nanoribbons de grafeno dopados con átomos de nitrógeno

Torres Hernández Ana Elizabeth¹, Fomine Serguei¹

¹Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, CU, Coyoacán, México D.F.
04510, México.

aelizabeth.th@gmail.com, fomine@unam.mx

Se realizó un estudio teórico para analizar el efecto del dopaje con nitrógeno del tipo sustitucional (o gráfico) en el core y en orillas de estructuras de *nanoribbons* de grafeno (AGNR's) tipo silla R4,6 sobre la estructura electrónica.

Para las diferentes estructuras se realizaron cálculos de optimización de geometría a nivel B3LYP-D3/ccpVDZ para estudiar los estados electrónicos singulete y triplete, así como a nivel BS-B3LYP/ccpVDZ para estudiar el estado singulete de capa abierta y se realizaron cálculos de energía de punto simple B2PLYP/D3/ccpVDZ. Se consideró el carácter multiconfiguracional que pueden exhibir este tipo de sistemas mediante cálculos de punto simple para todas las estructuras optimizadas a nivel CASSCF/6-31G(d). Finalmente se calcularon algunas propiedades como potenciales de ionización (EIs), afinidades electrónicas (AEs) adiabáticas, y energías de reorganización de electrones y huecos.

A partir de los resultados obtenidos se encontró que los sistemas dopados exhiben un pronunciado carácter multireferencial con principalmente 2 configuraciones dominantes. El efecto del dopaje con nitrógeno resultó más significativo en los sistemas catiónicos que los aniónicos debido a la participación de los átomos de nitrógeno en la estabilización de la carga positiva, lo cual conduce a una disminución en las EIs y a mayores energías de reorganización de huecos en los sistemas dopados. Por otra parte el método BS-B3LYP parece ser una buena alternativa metodológica para calcular propiedades electrónicas de este tipo de sistemas basados en carbono ya que permitió calcular adecuadamente tanto los potenciales de ionización y afinidades electrónicas, como las energías de reorganización.

Palabras clave: Multiconfiguracional, GNR, BS-B3LYP, dopaje y energías de reorganización.

Referencias

[1] A. E. Torres, S. Fomine. Electronic structure of graphene nanoribbons doped with nitrogen atoms: a theoretical insight. Enviado.

El papel de los puentes de hidrógeno en la estabilidad dúplex de ADN: implicaciones en los mecanismos de daño genómico

J. Gutiérrez Flores¹, A. E. Ramos Peña¹, E. Hernández Lemus²

¹Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM; México

²INMEGEN; México

jorg2491@comunidad.unam.mx

Toda la información sobre un organismo se encuentra contenida en el ADN. Se estima que cada una de las células de nuestro cuerpo tiene alrededor de 1.5 gigabytes de información genética ^[1]. El ADN se encuentra conformado por nucleótidos, los cuales, a su vez, están formados por un azúcar (pentosa), un grupo fosfato y bases nitrogenadas: adenina (A), guanina (G), citosina (C) y timina (T). Éstos forman la cadena de ADN, por medio de enlaces fosfodiéster entre sus grupos fosfato para la formación de una hebra y por medio de puentes de hidrógeno entre sus bases nitrogenadas para la formación de la cadena doble o dúplex (estructura secundaria del ADN). A lo largo de la cadena de ADN existen segmentos que corresponden a zonas conocidas como genes. A su vez, los genes cuentan con una región promotora en la cual se unen diversas proteínas para iniciar la transcripción de la cadena. Una región conocida es la caja TATA, o cadena poli A; ésta se encuentra en regiones promotoras de diversos genes procariotes y algunos eucariotes ^[2]. Como su nombre lo indica, la caja TATA cuenta con varias unidades de A y T y forma parte de uno de los mecanismos más comunes para la flexión de la cadena de ADN, facilitada mediante la unión de diversas proteínas. En la conservación de su estructura y estabilidad se involucran diversas interacciones químicas, siendo las de puentes de hidrógeno una de las de mayor relevancia ^[3]. La estabilidad termodinámica de estas estructuras incide fuertemente en los procesos de duplicación, transcripción y replicación; por lo que se cree que posiblemente se encuentre relacionada con mecanismos de daño genómico. En este proyecto se busca estimar la estabilidad inducida por puente de hidrógeno en los dúplex de ADN mediante la estimación de la energía de esta interacción, utilizando como modelo la caja TATA. Mediante diferentes métodos de la Química Cuántica Computacional, se busca estimar la energía necesaria para romper los puentes de hidrógeno de la doble hélice utilizando modelos cuánticos que permitan describir adecuadamente estas interacciones. Se busca extender el número de interacciones de tal manera que sea posible predecir cuál será la energía involucrada en la interacción entre las dos hebras que conforman al ADN; a partir de la información obtenida, se busca encontrar una correlación entre la energía y el número de interacciones intermoleculares.

Palabras clave: Puentes de Hidrogeno, ADN, daño genómico.

Agradecimientos: Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo con la Beca Nacional para Estudios de Posgrado 336100 y al proyecto PAPIIT IB101712.

Referencias

^[1]David Goodsell. DNA. [En línea] Obtenido del World Wide Web: <http://www.rcsb.org/pdb/101/motm.do?momID=23>, 2001 [accesado el 20 de julio de 2013].

^[2] Laszlo Tora and Timmers H.Th.Marc. The TATA box regulates TATA-binding protein (TBP) dynamics in vivo. Cell Press, 6(35):209-314, 2010.

^[3] Kensal E. van Holde, W. Curtis Johnson, and P. Shing Ho. Principles of Physical Biochemistry. Prentice Hall, 1998.

Estudio teórico de las propiedades antirradicales de porfirinas

Yanet Romero Nava¹, Ana María Martínez Vázquez¹

¹Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM

yanetrn@gmail.com

En la naturaleza, el color no solo brinda diversidad a las especies, sino que además juega un papel crucial en la comunicación y la supervivencia. Por ejemplo, algunas especies de mariposas utilizan el camuflaje para evitar ser presa de algún depredador. De igual forma, el color en cierta especie de libélulas permite conocer el género y la madurez sexual del individuo. La coloración en un animal puede deberse a propiedades estructurales de la piel o a pigmentos depositados en células específicas llamadas cromatóforos. Los principales pigmentos en el reino animal abarcan a las melaninas, los carotenos, los omocromos, las porfirinas, bilinas y algunos otros como la hemocianina y la hemoglobina.

Estudios tanto experimentales como teóricos han demostrado que los pigmentos no sólo colorean los tejidos, sino que además presentan características protectoras. Tal es el caso de los carotenos y los omocromos, para los cuales se ha demostrado que presentan propiedades antirradicales^{1,2,3}. En el presente trabajo se realiza un análisis teórico del grupo de pigmentos de las porfirinas desde el marco de la Teoría de los Funcionales de la Densidad. El análisis consiste en evaluar la capacidad antirradical de estas moléculas a través de los mecanismos de transferencia electrónica, transferencia de átomo de hidrógeno y formación del aducto radical. Los resultados para la transferencia electrónica muestran que las porfirinas presentan propiedades antirradicales muy similares a las de los omocromos y al betacaroteno. Para los mecanismos de transferencia de átomo de hidrógeno y formación del aducto se está completando el análisis.

Palabras clave: Pigmentos, antirradical, porfirinas, omocromos, carotenos.

Referencias:

[¹] Wadano, A.; Takenaka, Y.; Matumoto, M. 3-Hidroxykinurenine as a radical scavenger in the blowfly, *Aldrichina grahami* *Insect Biochem. Molec. Biol.* Vol. 23, No. 8, pp. 919-925, 1993.

[²] Tesis de licenciatura en biología. L-Kin como atrapador de especies reactivas y antioxidante en diferentes modelos prooxidantes. Ugalde Muñiz Perla Eugenia, Facultad de ciencias, UNAM, 2012.

[³] Martínez, A.; Rodríguez-Gironés, M. A.; Barbosa, A.; Costas, M. Donator acceptor map for carotenoids, meatonin and vitamins. *J. Phys. Chem. A.* 2008, 112, 9037

Estudio teórico de estructuras metal-orgánicas porosas y su posible aplicación como acarreadores moleculares.

Rios Citlalli¹, Salcedo Roberto¹.

¹ Instituto de Investigaciones en Materiales. Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán CP 04510. México D.F.
citriogo@yahoo.com.mx

Las estructuras metal-orgánicas^[1] poseen formas poliédricas huecas, son especies novedosas dentro del estudio de los materiales que debido a su estructura intrínseca han demostrado tener gran utilidad en campos versátiles como nanomedicina, catálisis o ingeniería microelectrónica, esto, por el hecho de poder adsorber y transportar todo tipo de moléculas huéspedes.

En el presente trabajo, se simulan las estructuras de dos análogos de una misma geometría. La forma de estas moléculas es la de un cubo octaedro, ambas presentan poros centrales con diámetros que oscilan entre 12 y 20 Å, éstas cavidades pueden dar alojamiento a muchos tipos de sustratos como pueden ser fracciones de petróleo, gases contaminantes, o fármacos específicos; en nuestro caso de estudio se muestra la funcionalización en ciertos procesos particulares.

Los cálculos teóricos fueron llevados a cabo con el paquete Gaussian 09 haciendo uso del potencial b3pw91 y la base 6-31g para todos los átomos.

Como resultado se obtuvieron dos nidos moleculares que funcionan como receptáculos de gases contaminantes. Debido a lo anterior, se pueden proponer procesos para almacenamiento de hidrógeno o adsorción de biomoléculas para uso terapéutico.

Palabras clave: Estructuras metal-orgánicas, simulación, receptáculos.

Referencias:

[1]. PerryIV,J.J.; Perman, J.A.; Zaworotko, M.J.; *Chem.Soc.Rev*; 2009,38, 1400-1417.

Estudio de la estabilidad y la estructura electrónica de los fulerenos $X@C_{28}$ **(X= Ca, Sc, Ti, Zr, Hf, Ni, Pd, Pt, Si, Ge, Sn, Pb)**

Alan Miralrio¹, Luis Enrique Sansores¹

¹Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México. México DF 04510, México
miralrio@ciencias.unam.mx

Los fulerenos que contienen otras especies en su interior son conocidos como “fulerenos endoedrales”. En los últimos años esta clase de compuestos ha sido de interés ya que tiene aplicaciones potenciales en diversas áreas^[1], que van desde la electrónica molecular hasta la farmacia. Hasta hace algunos años se pensaba que el fullereno más pequeño que se podía obtener era el C_{60} , sin embargo, con la síntesis del $U@C_{28}$ ^[2] se demostró que el C_{28} puede ser estabilizado en forma endoedral. Recientemente se ha descubierto^[3] que este mismo fullereno puede ser estabilizado por Ti, Zr y Hf. Se ha postulado que la estabilidad de estos fulerenos se debe a que esos átomos pueden transferir 4 electrones a la jaula, obteniendo compuestos iónicos de tipo $X^{4+}@C_{28}^{4-}$.

Se estudió al C_{28} con un átomo endoedral de Ca, Sc y los pertenecientes a los grupos del Ti, Ni y Si. Estos fulerenos se estudiaron mediante la teoría del funcional de la densidad empleando el funcional puro PBE y la base def2-TZVP en todos los átomos. Se escanearon las superficies de energía potencial y en cada caso se obtuvo la geometría y la multiplicidad. Se calcularon energías de absorción, brechas HOMO-LUMO y distribución de cargas NBO y AIM.

La estabilidad del $Ti@C_{28}$, $Zr@C_{28}$ y el $Hf@C_{28}$ se explicó en términos de las energías de absorción, brechas HOMO-LUMO, aromaticidad y distribución de cargas. En estos términos se analizó la estabilidad de los otros fulerenos y se determinó la posibilidad de que estos sean estables en la síntesis.

Palabras Clave: Fulerenos, C_{28} , Simulación.

Referencias:

^[1] Popov A. A., Yang S and Dunsch L., Chem. Rev., 2013, 113 (8), 5989.

^[2] Guo T., et al., Science, 1992 Sep 18;257(5077):1661.

^[3] Dunk P.W. et al., J. Am. Chem. Soc. 2012, 134, 9380.

Simulación por dinámica molecular de no equilibrio de nanocompuestos de polímero a partir de la modulación del parámetro energético

Carrasquedo Peñaloza Carlos Arturo¹, Manero Brito Octavio¹, Castillo Tejas Jorge², Aguayo Vallejo Juan³

¹ Instituto de Investigaciones en Materiales. Universidad Nacional Autónoma de México.

² Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología. Universidad Autónoma de Tlaxcala.

³ Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico. Universidad Nacional Autónoma de México.

c_carrasquedo@comunidad.unam.mx

Nanocompuestos de polímeros reforzados con nanopartículas (NPs) pueden exhibir excelentes propiedades, tales como ópticas, mecánicas, eléctricas y de barrera¹, debido a la relación entre el área superficial de las NPs respecto al volumen de inclusión en una matriz. Sin embargo, en muchos de los casos la mezcla de polímero y nanopartícula tiende a ser inmiscible², provocando aglomeración en las NPs. Por ello, este trabajo de investigación tiene como objetivo analizar la respuesta al flujo de la dispersión de las NPs, tomando en cuenta la modulación del parámetro energético debido a la exfoliación impuesta por el movimiento del sistema, usando la técnica de dinámica molecular de no equilibrio³, cuya descripción matemática se encuentra en las Ecuaciones 1.1, 1.2 y 1.3,

$$\mathbf{q}_i = \frac{\mathbf{P}_i}{m_i} + \mathbf{q}_i \cdot \nabla u \quad (1.1)$$

$$\mathbf{p}_i = \mathbf{F}_i + \mathbf{P}_i \cdot \nabla u - \xi \mathbf{P}_i \quad (1.2)$$

$$\xi = \frac{1}{\tau^2} \left(\sum_i \frac{\mathbf{P}_i^2}{g m_i k T} - 1 \right) \quad (1.3)$$

y bajo campos de fuerza⁴ del tipo *Lennard-Jones* y *FENE*, presentados en las Ecuaciones 1.4 y 1.5,

$$U_{ij} = 4\epsilon_{ij} \left[\left(\frac{\sigma}{r - r_{EV}} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{r - r_{EV}} \right)^6 \right] \quad (1.4)$$

$$V_{FENE} = -0.5 R_0^2 \ln \left[1 - \left(\frac{r}{R_0} \right)^2 \right] \quad (1.5)$$

Referencias:

- [¹] Chen Y., Liu L., Yang Q., Wen S., Zhang L., Zhong C. (2013). Computational Study of Nanoparticle Dispersion and Spatial Distribution in Polymer Matrix under Oscillatory Shear Flow. *Langmuir* 29: 13932.
- [²] Shen J., Liu J., Gao Y., Cao D., Zhang L., (2011). Revisiting the dispersion mechanics of grafted nanoparticles in polymer matrix: a detailed molecular dynamics simulation. *Langmuir* 27: 1523.
- [³] Xu Z., De Pablo J. J., Kim S., (1995). Transport properties of polymer melts from nonequilibrium molecular dynamics.
- [⁴] Liu J., Gao Y., Cao D., Zhang L., Guo Z., (2011). Nanoparticle Dispersion and Aggregating in polymer Nanocomposites: Molecular Dynamics Simulation. *Langmuir* 27: 7926.

Síntesis y caracterización de compuestos derivados de 1-(4-R-fenil)-2,5-difenil-1-pirrol y la formación de sus respectivas sales de diazonio

Ruiz Espinoza Anabel¹, Salcedo Pintos Roberto René², Fomina Lioudmila³.
 anabelrespinoza@hotmail.com

Los semiconductores orgánicos tienen propiedades eléctricas similares a algunos semiconductores inorgánicos, pero manifiestan las mismas propiedades de un plástico.^[1] Un gap pequeño entre el HOMO y el LUMO indica un comportamiento semiconductor.^[2] Los materiales que contienen anillos de pirrol tienen aplicaciones en el área de la optoelectrónica.^[3] Las moléculas de pirroles N-substituidas con grupos que necesitan electrones, disminuyen el valor energético entre el HOMO y el LUMO.^[4] Si bien el compuesto 1-(4-nitro-fenil)-2,5-difenil-1-pirrol (a) ya ha sido previamente estudiado y caracterizado, corroborándose que tiene carácter semiconductor, no se ha investigado su correspondiente compuesto aminado, el 1-(4-amino-fenil)-2,5-difenil-1-pirrol. Los nitrocompuestos son precursores de las correspondientes aminas al llevarse a cabo la reducción del primero. Las aminas reaccionan con ácido nitroso para formar sales de diazonio y estas a su vez, experimentan fácilmente una amplia gama de reacciones.^[5] Los resultados teóricos muestran que los valores de gap HOMO-LUMO para los compuesto a y b son: 1.06eV y 3.05eV respectivamente. Con el compuesto a se han intentado varias reducciones, siendo Fe y HCl es la más óptima, debido a que el producto deseado se logró preparar por esta vía. La reducción del derivado nitrado en el medio de Fe y HCL da lugar al novedoso compuesto aminado.

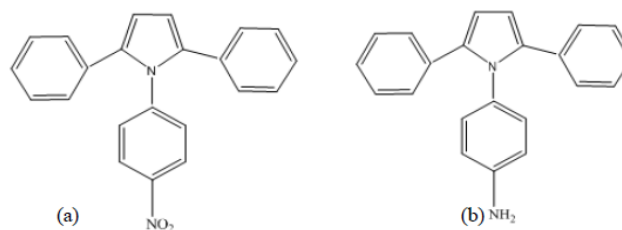


Figura 1: a) 1-(4-nitro-fenil)-2,5-difenil-1-pirrol; b) 1-(4-amino-fenil)-2,5-difenil-1-pirrol.

Palabras clave: reducción de compuestos nitro, sales de diazonio.

Agradecimientos: por su asistencia técnica a Miguel Ángel Canseco que proporciona ayuda con la espectroscopia Infrarroja y a Gerardo Cedillo Valverde que nos proporciona el estudio de RMN.

Referencias:

- [1] Fomina, L., Zaragoza, G., Bizarro, M., Godinez, J., Zaragoza, I. P. & Salcedo, R. (2010). "Semiconductor behavior of 2,5-aromatic disubstituted pyrroles, viewed from an experimental and theoretical perspective". *Materials Chemistry Physics*, 124, 257-263.
- [2] Pople, J.A. y Beveridge, D.L. (1970). *Approximate Molecular Theory*. New York, Mc-Graw Hill.
- [3] Grimdale, A.C., Chan, K.L., Martin, R.E., Jokisz, P.G., Holmz, A.B. (2009). "Synthesis of Light-Emitting Conjugated Polymers for Applications in Electroluminescent Devices" *Chemical Reviews*, 109, 897-1091.
- [4] Bendikov, M., Perepichka, D.F., Wudl, F. (2004). "Tetrathiafulvalenes, Oligoacenes, and Their Buckminsterfullerene Derivatives: The Brick and Mortar of Organic Electronics". *Chemical Reviews*, 104, 4891-4945.
- [5] Griffin, R. W. (1981). *Química Orgánica Moderna*. Barcelona, Reverte S.A., pág. 431, 435.

Estudio teórico de las nanoestructuras de quasi-fullerenos C_n e interacción con M@ C_n (M=Sc,Ti,V,Cr,Mn)

Christian A. Celaya¹, Enrique Sansores¹, Jesús Muñiz²

¹Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM. Apartado Postal 70-360, México DF 04510, México.

²Instituto de Energías Renovables, UNAM. C.P. 62580, Temixco, Morelos, México.

cacl_42@yahoo.com.mx

Nuevas estructuras alotrópicas del carbono fueron propuestas ^[1], estos cúmulos en forma de jaulas presentan diferentes conformaciones de anillos en su geometría molecular, por lo tanto son conocidos como Quasi-Fullerenos ^[2]. Estas estructuras de jaula se forman a partir del número de vecinos más cercanos con la que cada átomo puede formar enlaces covalentes (sp,sp²). Se realizó un cálculo de optimización de geometría para los cúmulos C₂₀,C₂₃,C₄₂,C₄₈ y C₆₀ mediante la teoría e funcionales de la densidad (DFT, por sus siglas en inglés) ^[3]. Así mismo se estudiaron las energías, propiedades electrónicas y enlace químico en su estado fundamental. Mediante la metodología de NICS ^[4] se reportaron anillos aromáticos para cada cúmulo; las cuales sirvieron para escoger sitios favorables en el interior de los cúmulos, con el fin de poder capturar átomos metálicos (M=Sc,Ti,V,Cr,Mn). Se elaboraron cálculos de NBO ^[5] para entender la naturaleza del enlace C_n@M. Los cúmulos reportados muestran propiedades electrónicas únicas e interesantes, debido a su alta porosidad y simetría. Todos los cálculos se realizaron con el paquete de software de química cuántica Gaussian 09 ^[6].

Palabras clave: Alotrópicas, Quasi-Fullerenos, DFT.

Referencias:

- ^[1] E.A. Belenkov, I.V. Shakhova. Fullerenes. Vol. 53 (2011) 2265-2272
- ^[2] E.W. Godly, R. Taylor, Fullerene Science and Technology, 1667-1708, 24 Sep. 2006.
- ^[3] Kieron Burke, The Journal of Chemical Physics, 136, 17 April 2012.
- ^[4] Schleyer PvR, Maerker C, Dransfeld A, Jiao H, Hommes NJvE (1996) J Am Chem Soc 118:6317–6318
- ^[5] Glendening ED, Reed AE, Carpenter JE, Weinhold F, NBO Version 3.1.
- ^[6] M.J. Frisch, G.W. Trucks, H.B. Schlegel, G.E. Scuseria, M.A. Robb, J.R. Cheeseman, G. Scalmani, V. Barone, B. Mennucci, G.A. Petersson, H. Nakatsuji, M. Caricato, X. Li, H.P. Hratchian, A.F. Izmaylov, J. Bloino, G. Zheng, J.L. Sonnenberg, M. Hada, M. Ehara, K. Toyota, R. Fukuda, J. Hasegawa, M. Ishida, T. Nakajima, Y. Honda, O. Kitao, H. Nakai, T. Vreven, J. A. Montgomery, Jr., J. E. Peralta, F. Ogliaro, M. Bearpark, J.J. Heyd, E. Brothers, K.N. Kudin, V.N. Staroverov, R. Kobayashi, J. Normand, K. Raghavachari, A. Rendell, J.C. Burant, S.S. Iyengar, J. Tomasi, M. Cossi, N. Rega, J.M. Millam, M. Klene, J.E. Knox, J.B. Cross, V. Bakken, C. Adamo, J. Jaramillo, R. Gomperts, R.E. Stratmann, O. Yazyev, A. J. Austin, R. Cammi, C. Pomelli, J. Morokuma, V.G. Zakrzewski, G.A. Voth, P. Salvador, J.J. Dannenberg, S. Dapprich, A. D. Daniels, Ö. Farkas, J. B. Foresman, J. V. Ortiz, J. Cioslowski, and D. J. Fox, Gaussian 09 Revision B.01, 2009.

Solitones no autónomos en fibras ópticas

Maximino Pérez Maldonado¹, Haret Codratian Rosu².

¹Departamento de Matemáticas Aplicadas IPICYT.

²Departamento de Materiales Avanzados IPICYT.

maximino.perez@ipicyt.edu.mx

En el caso particular de fibras ópticas, la no linealidad y la dispersión son propiedades físicas, que durante el proceso de propagación de pulsos propician distorsión, aunado a esto, si un pulso presenta pérdidas debidas al material de la fibra nos da una gran limitación. Este tipo de problemáticas ha sido considerado desde los años 60's, pero durante los años 80's se propuso desarrollar amplificadores que compensen este tipo de pérdidas, los cuales se han usado hasta la fecha.

En el trabajo se describe una solución analítica de la ecuación no lineal de Schrödinger de coeficientes variables, ecuación que describe la propagación de información a través de fibras ópticas, y a su vez contiene un coeficiente de pérdida/ganancia que representa la problemática expuesta con anterioridad, tal ecuación es resuelta mediante un mapeo en la ecuación no lineal de Schrödinger estándar.

Palabras clave: Ecuación No Lineal de Schrödinger, Fibra Óptica, Amplificadores en fibras ópticas.

Referencias:

1. A. Hasegawa and M. Matsumoto, "Optical Solitons in Fibers", Third Edition, Springer-Verlag, (2003).
2. G. P. Agrawal, "Nonlinear Fiber Optics", Third Edition. Academic Press, (1995).
3. M. J. Ablowitz, B. Prinari and A.D. Trubatch, "Discrete and Continuous Nonlinear Schrödinger Systems", Cambridge University Press, (2004).
4. L.W. Liou, G.P. Agrawal. "Solitons in fiber amplifiers beyond the parabolic-gain and rate-equation approximations", Optics Commun. 124, 500-504 (1996).
5. V.I. Talanov "Focusing of light in cubic media", JETP Lett. 11, 199-201 (1970).
6. J. He and Y. Li, "Designable integrability of the variable coefficient nonlinear Schrödinger equations", Studies in Appl. Math. 126, 1-15 (2011).
7. Y. V. Katyshev, N. V. Makhaldiani, V. G. Makhankov, "On the stability of solutions to the Schrödinger equation with nonlinear term of the form $\varphi|\varphi|^2$ ", Phys. Lett. 66A, 456-458 (1978).
8. Z. Y. Yang, L. Y. Zhao, T. Zhang, and R. H. Yue, J. Opt. Soc. Am. B. Vol. 28. No. 2. (2011).
9. V. N. Serkin, A. Hasegawa, and T. L. Belyaeva, "Nonautonomous solitons in external potentials", Phys. Rev. Lett. 98, 074102 (2007).
10. V. N. Serkin, A. Hasegawa, and T. L. Belyaeva, "Nonautonomous matter wave solitons near Feshbach resonance", Phys. Rev. A 81, 023610 (2010).
11. V. N. Serkin and A. Hasegawa, "Novel soliton solution of the nonlinear Schrödinger equation model", Phys. Rev. Lett. 85, 4502-4505 (2000).
12. M. Nakazawa, H. Kubota, K. Suzuki, E. Yamada, and A. Sahara, "Recent progress in soliton transmission technology", Chaos 10, 486-514 (2000).
13. M. Senturion, M. A. Porter, P. G. Kevrekidis, and D. Psaltis, "Nonlinearity management in optics: experiment, theory, and simulation", Phys. Rev. Lett. 97, 033903 (2006).

Conductividad Balística del Grafeno

Roxana Mitzayé del Castillo Vázquez¹, Luis Enrique Sansores Cuevas¹.

¹Instituto de Investigación de Materiales, UNAM
mitzaye@gmail.com

Se propone un modelo para estudiar la conductividad balística del grafeno con cúmulos metálicos, la aproximación de guía de onda cuántica con un potencial tipo escalón periódico. Se compara este modelo con la aproximación Landauer-Buttiker.

Palabras clave: Grafeno, conductividad balística, cúmulos metálicos, guía de onda cuántica.



MEMORIAS
SIMPOSIO DE
ESTUDIANTES
IIM



www.iim.unam.mx/simpest/



simpestiim@gmail.com



3er Simposio de Estudiantes del IIM



@simpestiim