

# MEMORIAS DE LA PRIMERA SEMANA DE FISICOQUÍMICA

INSTITUTO POLITÉCNICO  
NACIONAL



ESCUELA SUPERIOR DE  
INGENIERÍA QUÍMICA E  
INDUSTRIAS EXTRACTIVAS



México, D.F.; 11 al 15 de Octubre 2010.

# ***Primera Semana de la Fisicoquímica***

***11 – 15 de Octubre, 2010***

***INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL***

***Escuela Superior de Ingeniería Química e  
Industrias Extractivas***

2

## ***MEMORIAS***

Dedicado a la Academia de Fisicoquímica

---

## DIRECTORIO ESIQIE

**ING. MIGUEL ANGEL ÁLVAREZ GÓMEZ**  
DIRECTOR DE LA ESIQIE

**ING. ROSALBA TREJO CASTRO**  
SUBDIRECTORA DE SERVICIOS EDUCATIVOS E INTEGRACIÓN SOCIAL

**M. EN C. MIGUEL ÁNGELES HERNÁNDEZ**  
SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO

**ING. ARTURO LÓPEZ GARCÍA**  
JEFE DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA QUÍMICA INDUSTRIAL

**DR. ROMÁN RAMÍREZ LÓPEZ**  
PRESIDENTE DE LA ACADEMIA DE FÍSICOQUÍMICA

**COMITÉ ORGANIZADOR**

***DRA. MARIA ELENA MANRIQUEZ RAMÍREZ***

***DRA. CARMEN MAGDALENA REZA SAN GERMÁN***

***DR. ABEL ZÚÑIGA MORENO***

PROFESORES DE LA ACADEMIA DE FÍSICOQUÍMICA  
IPN - ESIQIE

Grande y bello espectáculo es ver al hombre salir de alguna manera de la nada por sus propios recursos; con las luces de su razón disipar las tinieblas en que la naturaleza le había envuelto; gracias a su espíritu lanzarse hacia las regiones celestes; tal como hace el sol, recorrer con pasos de gigante la vasta extensión del universo; y, lo que es aun más grande y más difícil, concentrarse en si mismo para estudiar al hombre y conocer su naturaleza, sus deberes y su razón de ser.

J.J. Rousseau "*Discurso sobre las ciencias y las artes*"

**Nota:**

*El contenido de los trabajos aquí publicados es responsabilidad exclusiva de los autores.*

***Los organizadores de esta primera semana de la fisicoquímica agradecen la contribución de los autores por sus conferencias presentadas, ya que son de interés y provecho para los alumnos participantes.***

## PRIMERA SEMANA DE LA FISICOQUÍMICA DEL 11 AL 15 DE OCTUBRE DEL 2010

### *PRESENTACIÓN*

La Fisicoquímica es un área específica en el campo de la Química, la cual provee elementos teóricos y prácticos indispensables para el estudio y comprensión de la materia, sus propiedades y su comportamiento en distintos procesos, por lo que es útil en diversas ramas de la educación, investigación e industria. En esta semana en particular se estudiarán temas importantes tanto en su aplicabilidad, en la conceptualización en las prácticas químicas y físicas en el campo meramente científico. Esto es, aplicar las cuestiones fisicoquímicas a temas actuales relevantes.

La primera semana de la fisicoquímica se realiza para extender la cooperación entre instituciones, generando intercambios y alianzas estratégicas entre investigadores de la ESIQIE, del mismo Politécnico en general y de algunos otros Institutos de Enseñanza Superior como son, la UNAM y la UAM, así como Institutos de Investigación como el IMP, los cuales de cierta forma se encuentran vinculados a los diferentes campos de la física o química teórica y computacional, tanto fundamental como aplicada, incluyendo simulación de procesos y áreas tan relevantes como la nanociencia. Así mismo se persigue adquirir conocimiento documentado de las líneas y productos de investigación en desarrollo en México y su impacto en la sociedad del conocimiento.

Uno de los objetivos de la semana de la fisicoquímica es la formación de un grupo en la academia de fisicoquímica como un equipo fuerte tanto a nivel educación tanto en investigación. También viendo a futuro, la semana de fisicoquímica pudiera servir de base para la organización de eventos más avanzados como algún simposio, congreso nacional así como la conformación de alguna revista científica especializada en el área.

La semana de la fisicoquímica será llevada a cabo del 11 al 15 de Octubre del año en curso y fueron invitados varios investigadores líderes en diferentes áreas científicas

## PROGRAMA GENERAL

LUNES 11 de Octubre	MARTES 12 de Octubre	MIÉRCOLES 13 de Octubre	JUEVES 14 de Octubre	VIERNES 15 de Octubre
<b>CEREMONIA DE INAUGURACIÓN</b> <b>ING. MIGUEL ÁNGEL ÁLVAREZ GÓMEZ</b>  11:45 – 12:00				
<b>FISICO LUIS RENDÓN VAZQUEZ IF-UNAM</b>  12:00 – 12:45	<b>DR. FLAVIO S. VAZQUEZ MORENO IMP</b>  12:00 – 12:45	<b>DR. RAFAEL EUSTAQUIO RINCÓN IMP</b>  12:00 – 12:45	<b>DR. CARLOS ÁNGELES CHÁVEZ IMP</b>  12:00 – 12:45	<b>DR. FRANCISCO TZOMPANTZI UAM-IZT</b>  12:00 – 12:45
<b>RECESO (12:45 -13:00)</b>				
<b>DRA. PATRICIA SANTIAGO JACINTO IF-UNAM</b> 13:00-13:45	<b>DR. JESÚS CARLOS SÁNCHEZ OCHOA</b>  ESIQIE-IPN 13:00 - 13:25	<b>DR. CRISTIAN BOUCHOT</b>  ESIQIE-IPN 13:00 - 13:25	<b>DRA. LUCÍA GRACIELA DÍAZ BARRIGA ARCEO</b>  ESIQIE-IPN 13:00 - 13:25	<b>DRA. SILVIA PATRICIA PAREDES CARRERA</b>  ESIQIE-IPN 13:00 - 13:25
	<b>DRA. MARTHA LETICIA HERNÁNDEZ PICHARDO</b>  ESIQIE-IPN 13:30 - 13:55	<b>DRA. LAURA VERÓNICA CASTRO SOTELO</b>  ESIQIE-IPN 13:30 - 13:55	<b>DRA ROSA DE GUADALUPE GONZÁLEZ HUERTA</b>  ESIQIE-IPN 13:30 - 13:55	<b>DR. ROMÁN RAMÍREZ LÓPEZ</b>  ESIQIE-IPN 13:30 - 13:55
	<b>VISITA AL CENTRO DE NANOCIENCIAS, MICRO Y NANOTECNOLOGÍAS DEL IPN</b>  16:00 – 17:00	<b>PRESENTACION DE LA RONDALLA ESIQIE-IPN</b>  15:00 – 16:00	<b>VISITA AL CENTRO DE NANOCIENCIAS, MICRO Y NANOTECNOLOGÍAS DEL IPN</b>  16:00 – 17:00	<b>CEREMONIA DE CLAUSURA 14:00</b>  <b>ING. MIGUEL ÁNGEL ÁLVAREZ GÓMEZ</b>

## Contenido

### LUNES 11 DE OCTUBRE

<b>FIS. LUIS RENDÓN VÁZQUEZ (IF-UNAM)</b>	<b>10</b>
<i>Temas selectos de Microscopía Electrónica</i>	
<b>DRA. PATRICIA SANTIAGO JACINTO (IF-UNAM)</b>	<b>12</b>
<i>Caracterización Estructural de Sistemas Nanoestructurados de cero y una Dimensión Usando Óptica de Electrones</i>	

### MARTES 12 DE OCTUBRE

<b>DR. FLAVIO VAZQUEZ MORENO (IMP)</b>	<b>14</b>
<i>Fisicoquímica de Emulsiones agua/aceite en la Industria del Petróleo: retos y perspectivas</i>	
<b>DR. JESÚS CARLOS SÁNCHEZ OCHOA (ESIQIE-IPN)</b>	<b>16</b>
<i>Metrología</i>	
<b>DRA. MARTHA LETICIA HERNÁNDEZ PICHARDO (ESIQIE-IPN)</b>	<b>17</b>
<i>Aplicaciones de Nanotecnología en Catálisis</i>	

8

### MIÉRCOLES 13 DE OCTUBRE

<b>DR. RAFAEL EUSTAQUIO RINCÓN (IMP)</b>	<b>18</b>
<i>Caracterización de Crudos Pesados a través de Estudios de Propiedades Termofísicas</i>	
<b>DR. CHRISTIAN BOUCHOT (ESIQIE-IPN)</b>	<b>20</b>
<i>Densimetría y Viscosimetría a Altas Presiones; estudios básicos de Mezclas Gaseosas Densas</i>	
<b>DRA. LAURA VERÓNICA CASTRO SOTELO (ESIQIE-IPN)</b>	<b>22</b>
<i>Síntesis, Caracterización y Aplicación de Polímeros en Aceites Crudos</i>	

## JUEVES 14 DE OCTUBRE

<b>DR. CARLOS ÁNGELES CHÁVEZ (IMP)</b> <i>Caracterización Química de Materiales utilizando Energía Dispersiva de Rayos-X</i>	24
<b>DRA. LUCÍA GRACIELA DÍAZ BARRIGA ARCEO (ESIQIE-IPN)</b> <i>Síntesis de Películas de Carbón usando Radiación de Microondas</i>	26
<b>DRA. ROSA DE GUADALUPE GONZÁLEZ HUERTA (ESIQIE-IPN)</b> <i>Pilas de Combustible: Energía Limpia y Sustentable</i>	28

## VIERNES 15 DE OCTUBRE

<b>DR. FRANCISCO JAVIER TZOMPANTZI MORALES( UAM-IZTAPALAPA)</b> <i>Síntesis y Caracterización de Arcillas Aniónicas, para su uso en la Eliminación Fotocatalítica de Contaminantes Orgánicos Altamente Recalcitrantes en medio acuoso</i>	30
<b>DRA. SILVIA PATRICIA PAREDES CARRERA (ESIQIE-IPN)</b> <i>Degradación de BTEX–fenol mediante Irradiación Ultrasónica</i>	32
<b>DR. ROMÁN RAMÍREZ LÓPEZ (ESIQIE-IPN)</b> <i>Convertidores Catalíticos para Automotores de Gas Natural</i>	34
<i>Visitas guiadas</i> <i>Centro de Nanociencias y Micro y Nanotecnologías</i>	36

**Fis. LUIS RENDÓN VÁZQUEZ****UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

INSTITUTO DE FÍSICA

Circuito de la Investigación Científica s/n

Ciudad Universitaria

e-mail: [rendon@fisica.unam.mx](mailto:rendon@fisica.unam.mx)**RESUMEN CURRICULAR:**

*El Físico Luis Rendón es un Experto de Microscopía Electrónica de Transmisión de Alta Resolución sobresaliente, tiene cerca de 30 artículos publicados en revistas científicas de circulación internacional, 3 artículos de divulgación, tiene varios trabajos publicados en memorias en extenso, y diversos trabajos en congresos tanto nacionales como internacionales. Ha apoyado a varios investigadores destacados con su trabajo en Microscopía Electrónica de Alta Resolución, ha sido coordinador en la organización de la Escuela de Microscopía en IF-UNAM y miembro del apoyo logístico para el mismo evento. Ha participado en diferentes organizaciones de Congresos Internacionales como el de Congreso de Microscopía o el Congreso de Materiales, también fue coordinador de los "Viajes Gulliver al mundo microscópico" realizados en el IF-UNAM (2003-2009), su trabajo es reconocido en diversos campos de la investigación en materiales así como en varios centros de Investigación Internacionales.*

10

**TEMAS SELECTOS DE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA****RESUMEN**

*Es bien conocido que el concepto de tamaño de grano crítico en materiales induce cambios en las propiedades físicas de dicho material. Por ejemplo, el tamaño de grano crítico es asociado con la formación de múltiples dominios de fronteras como un mecanismo de relajación adicional de esfuerzos en el grano. En ciencia de materiales debemos poder determinar la ocurrencia de dominios, porque éstos pueden producir efectos cuánticos en el comportamiento del material. Mediante la técnica de campo oscuro con un detector anular de gran ángulo (HAADF) la obtención de imágenes en el modo de STEM puede proveer la información estructural y química con resolución atómica. Mediante esta técnica podemos obtener la caracterización química y espacial de la estructura. La eficiencia de esta técnica permite la obtención de imágenes directas de los cationes en la red cristalina a lo largo de algunas proyecciones particularmente en óxidos inorgánicos. En el trabajo actual, analizamos la presencia de dominios columnares observada en un cristal de  $Nb_{16}W_{18}O_{94}$  con una estructura ortorrómbica usando la técnica de HAADF en un microscopio de JEM2010f FasTem. La observación de estos dominios columnares es posible debido a la composición de la resolución espacial y química del proceso de la dispersión de Rutherford.*

Usando un detector de HAADF podemos observar la proyección de una sola columna de átomos. Las imágenes obtenidas por HAADF tienen un perfil de intensidades proporcional al cuadrado del número atómico ( $\alpha Z^2$ ), donde  $\alpha$  depende solamente de las condiciones de obtención de imágenes. El alto contraste observado en los dominios columnares puede ser interpretado por la presencia de un exceso de W en la columna de cationes. En conclusión, una sola imagen tomada por la técnica de HAADF, permite que nosotros deduzcamos la composición para cada catión por separado. Si podemos conocer el factor de dispersión, la celda unidad y el grosor de la muestra, podemos determinar, usando contraste por HAADF, representando por imágenes, la proporción atómica de cada especie química en cada columna, proporcionándonos una aproximación atómico-química más realista.

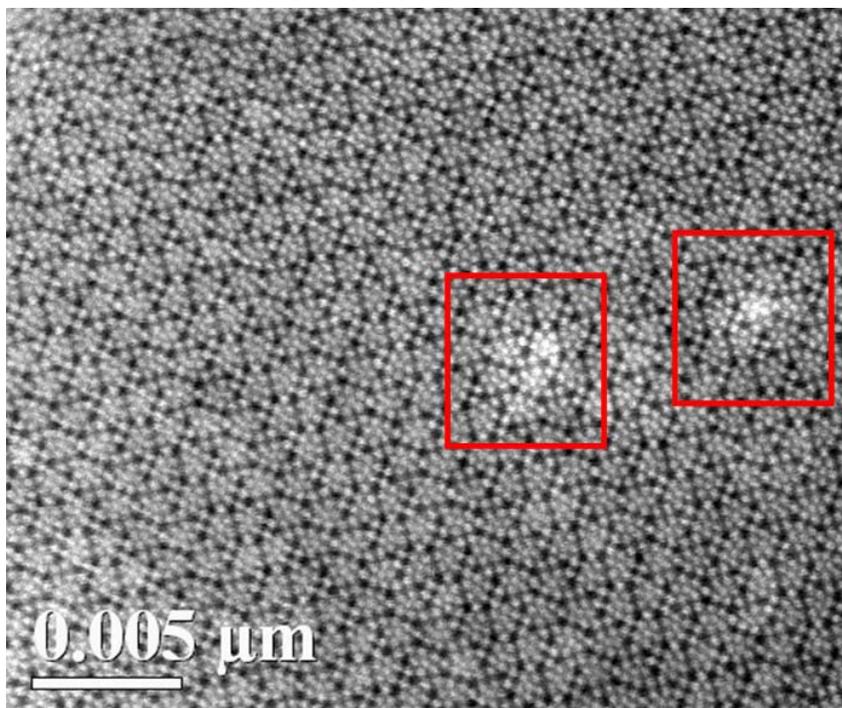


Imagen de contraste Z mostrando dominios atómicos de un cristal de Nb<sub>16</sub>W<sub>18</sub>O<sub>94</sub>

**Palabras clave:** Microscopía Electrónica, Contraste Z, Nanozonas, Resolución atómica

## DRA. PATRICIA SANTIAGO JACINTO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

INSTITUTO DE FÍSICA

Circuito de la Investigación Científica s/n

Ciudad Universitaria

e-mail: [paty@fisica.unam.mx](mailto:paty@fisica.unam.mx)

### RESUMEN CURRICULAR:

La Dra. Patricia Santiago Jacinto estudió su licenciatura, maestría y doctorado en Física en la Facultad de Ciencias de la UNAM en donde en 1990 obtuvo la Medalla Gabino Barreda en la Maestría, realizó un posdoctorado en Los Alamos National Laboratory del Center Materials Science en Los Alamos New Mexico, USA, y otro en University of Texas at Austin en el Materials Science Institute. Fue Investigadora D nivel 23 en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares

Actualmente es Investigadora Titular B del Instituto de Física de la UNAM, es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel 2). Tiene más de 60 artículos referenciados en revistas científicas de circulación Internacional, 3 artículos de divulgación, 9 trabajos publicados en memorias en extenso y más de 40 trabajos en congresos, así mismo ha contribuido en la producción de recursos humanos con 6 trabajos de tesis entre licenciatura y doctorado, una se encuentra en proceso y tiene 14 cursos de especialización.

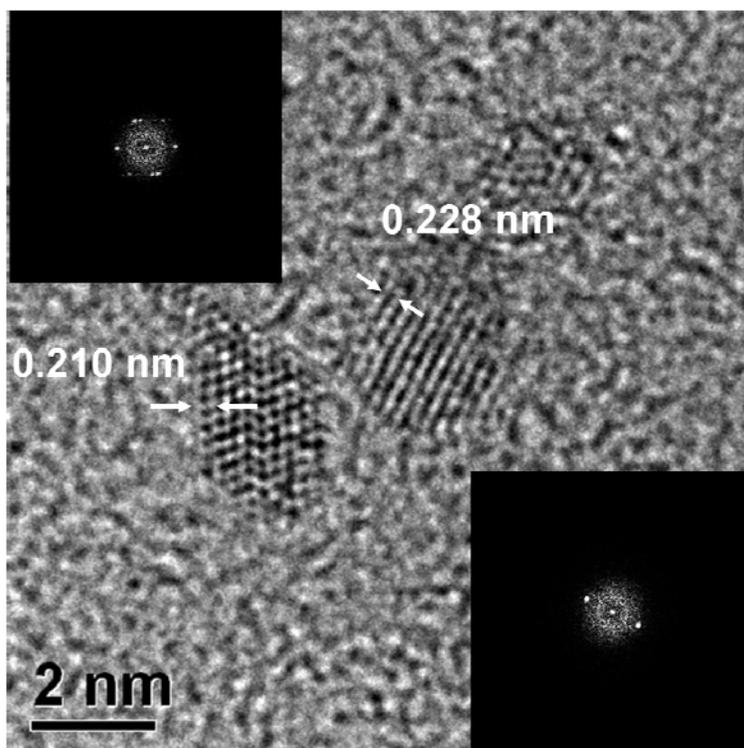
Ha participado en más de 11 Proyectos de Investigación con financiamiento; ha sido 4 veces organizadora de la Escuela de Microscopía y coordinadora de los eventos de Laboratorios Compartidos de la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet A.C., así también del Mexican Workshop on Nanostructured Materials; ha contribuido con proyectos y ha sido coordinadora operacional del Laboratorio Central de Microscopía del IF-UNAM, participó como Co-chairman del Symposium Electron Microscopy Applications in Materials Science en el XIII International Materials Research Congress

Ha contribuido en arbitrajes de Proyectos CONACYT y en la Revista Journal Physics Chemistry B; sus líneas de investigación están centradas en el estudio de sistemas nanoestructurados de 1 dimensión, el estudio de transporte de fármacos usando nanoesferas de  $\text{TiO}_2$  y en holografía con electrones en procesos de formación de imágenes en Microscopía Electrónica.

## CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE SISTEMAS DE CERO Y UNA DIMENSIÓN USANDO ÓPTICA DE ELECTRONES.

### RESUMEN

La síntesis y diseño de materiales avanzados con aplicaciones en nanotecnología es de gran importancia para el desarrollo de nuevos sistemas con propiedades físicas y químicas novedosas. La caracterización estructural de estos nuevos sistemas es de significativa importancia para deducir sus propiedades. Aquí describiremos los diferentes tipos de interacción electrón-materia y el tipo de información e imágenes de mediciones sub-angstrom que pueden ser usadas para entender diversos problemas en sistemas de escala nanométrica.



**Palabras clave:** Nanoestructuras, Sistemas cero y una dimensión, Microscopía Electrónica, caracterización Estructural.

## DR. FLAVIO SALVADOR VÁZQUEZ MORENO

**INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO**

Programa de Ingeniería Molecular

Eje central "Lázaro Cárdenas" norte 152, 07330; México D.F.,

e-mail: [fvmoreno@imp.mx](mailto:fvmoreno@imp.mx)

### RESUMEN CURRICULAR:

Flavio Vázquez es ingeniero químico de la UNAM, donde obtuvo en 1988 la medalla "Gabino Barreda" al mejor promedio de la generación. Posteriormente efectuó la maestría en ingeniería química en la Facultad de Química de la UNAM y la maestría en aplicaciones industriales de polímeros en la Escuela de Aplicación de altos polímeros de Estrasburgo (Francia). Realizó su Doctorado en Físicoquímica macromolecular en el Instituto Alemán del Plástico y en la Escuela Europea de Química, Polímeros y Materiales sobre el tema "Mezclas binarias y ternarias de polímeros preparadas mediante extrusión reactiva". Fue investigador del Posgrado en Ciencia de Materiales UAEM-ININ entre 1997 y 2003. A partir de esta fecha es investigador del Programa de Ingeniería Molecular del IMP. Obtuvo la distinción "Polymer in dispersed media" el año 2000 en Lyon, Francia, la distinción "Polymer characterization" de la IUPAC en Denton, Texas en 2001, el premio Nacional de Investigación de la Fundación Glaxo-Klein-Smith en 2004 y su trabajo de investigación fue seleccionado por la Asociación Mexicana de fabricantes de pinturas y tintas como el más notable en 2007. Ha publicado alrededor de 40 artículos y dirigido más de 50 trabajos de tesis a nivel licenciatura, maestría y doctorado.

## FISICOQUÍMICA DE EMULSIONES AGUA/ACEITE EN LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO: RETOS Y PERSPECTIVAS

### RESUMEN

Uno de los mayores problemas a los que se enfrenta la industria petrolera en México es la presencia de grandes cantidades de sales y agua contenidas en forma de emulsiones dentro de las corrientes de petróleo crudo. Tradicionalmente, estas emulsiones son eliminadas adicionando productos desemulsificantes, comúnmente polímeros. Lamentablemente se ha observado que muchos de estos productos comerciales son incapaces de retirar el agua emulsificada dentro de crudos pesados mexicanos. Recientemente, el grupo de deshidratado del Instituto Mexicano del Petróleo ha diseñado moléculas desemulsificantes que actúan en forma específica sobre aceites crudos súper-pesados y extra-pesados mexicanos, logrando desestabilizar las interfases agua/aceite de las emulsiones contenidas en estos aceites. El diseño de estas nuevas moléculas

*está basado en correlaciones que tienen en cuenta las características físico-químicas de los petróleos mexicanos, por un lado, y parámetros moleculares de los nuevos desemulsificantes IMP. Entre estos últimos podemos mencionar  $M_w$ ,  $M_n$ , IP y comportamiento térmico.*

*En esta presentación se muestra la síntesis de los nuevos básicos desemulsificantes IMP, desde su diseño molecular. Estos productos químicos pertenecen a dos familias químicas: copolímeros en bloques y líquidos iónicos. Se presenta también su desempeño en crudos de diversos tipos, que van desde los muy ligeros, de 30 °API, hasta crudos súper-pesados y extra-pesados, de 9 ° API. Se observa que polímeros y líquidos iónicos pueden combinarse sinérgicamente, dando lugar a eliminaciones casi totales de agua y sales en el petróleo, imposibles de alcanzar con productos comerciales.*

**Palabras clave:** *Desemulsificantes, Petróleo, Agua-aceite, Diseño de moléculas, Aceites super y extrapesados.*

## DR. JESÚS CARLOS SÁNCHEZ OCHOA

### **INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas  
UPALM, ZACATENCO, Edif. 8, PRIMER PISO-B  
e-mail: [jcsanchezochoa@yahoo.com](mailto:jcsanchezochoa@yahoo.com)

#### **RESUMEN CURRICULAR:**

*El Dr. Sánchez Ochoa cursó la Licenciatura en Física en la Facultad de Ciencias de la UNAM; realizó sus estudios de Doctorado y Posdoctorado en la University College London, UCL, Inglaterra. Fue Investigador del CINVESTAV en la sección de Metrología, trabajó en la compañía Expro North Sea, Inglaterra como especialista en PVT. Fue Investigador Invitado en la National Institute of Standards and Technology NIST, USA. Actualmente es profesor investigador titular de la ESIQIE y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel 1.*

## **METROLOGÍA**

#### **RESUMEN**

*En esta plática se discute brevemente para qué sirve la Metrología, y en particular se verá con más detalle la magnitud asociada a la temperatura.*

*En esta área termométrica se está trabajando con puntos fijos y se presenta con detalle la elaboración de una celda de punto triple del agua totalmente diseñada y elaborada en el Instituto Politécnico Nacional.*

*También se presenta una breve introducción a la Guía de Propagación de Incertidumbres de la Medición, mejor conocida como GUM. Esta Guía es la norma oficial para el tratamiento y cálculo de la propagación de incertidumbres y su conocimiento y uso es necesario para la acreditación de cualquier laboratorio secundario en el país.*

**DRA. MARTHA LETICIA HERNÁNDEZ PICHARDO****INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas

UPALM, ZACATENCO, Edif. 8, PRIMER PISO-B

e-mail: [mlhernandezp@ipn.mx](mailto:mlhernandezp@ipn.mx)**RESUMEN CURRICULAR:**

La Dra. Hernández Pichardo cursó la Licenciatura en Ingeniería Química en la UAM-Azcapotzalco, la Maestría en Ciencias con Especialidad en Ingeniería Química en el Instituto Politécnico Nacional, ESIQIE; y realizó sus estudios de Doctorado en Ciencias e Ingeniería de Materiales en la UAM-Azcapotzalco en donde recibió mención honorífica por la obtención del grado a nivel doctorado así como la medalla al mérito académico en ese mismo nivel, ambas fueron otorgadas por la UAM. En 1996 cumplió con una Estancia de Investigación científica en el Laboratorio de Catálisis de la Universidad de Poitiers, Francia. Tiene hasta el momento 7 artículos en revistas de investigación científica internacional referendada, y cerca de 30 trabajos en congresos nacionales e internacionales; 3 proyectos de Investigación de la SIP-IPN dirigidos y otros más como participante; en la parte de recursos humanos ha generado 2 Tesis de Licenciatura y tiene 3 más en proceso. Actualmente es Profesora-Investigadora en el Instituto Politécnico Nacional, ESIQIE, en la Academia de Físicoquímica y es Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel 1)

17

**APLICACIONES DE NANOTECNOLOGÍA EN CATÁLISIS****RESUMEN**

El 95% de los procesos industriales emplean catalizadores, la naturaleza del material catalítico determina parte de las características del proceso e influye en su eficiencia y seguridad, así como sus efectos en el medio ambiente. En este sentido los catalizadores nanoestructurados han jugado un papel muy importante en los nuevos procesos industriales ya que gracias a la nanotecnología se han desarrollado diversas técnicas para sintetizar y caracterizar materiales con características nanométricas que presentan fenómenos y propiedades mejoradas respecto a las de los materiales cristalinos semejantes. Entre las aplicaciones de estas nanoestructuras se encuentran la síntesis de catalizadores ácidos de platino soportados en circonia tungstada ( $Pt/WO_x-ZrO_2$ ) aplicados en procesos de isomerización, así como la síntesis de catalizadores de Ni soportados en circonia-ceria ( $Ni/ZrO_2-CeO_2$ ) para la producción de hidrógeno y nanotubos de carbón. En este trabajo se presentan el diseño y síntesis de estos materiales nanoestructurados así como su caracterización y resultados de la evaluación catalítica de los mismos.

**Palabras clave:** Nanotecnología, Catalizadores nanoestructurados, Circonia-ceria.

## **DR. RAFAEL EUSTAQUIO RINCÓN**

**INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO**  
Dirección de Investigación y Posgrado  
Laboratorio de Propiedades Termofísicas  
Eje Central Lázaro Cárdenas No. 152, 07730, México, D.F.  
e-mail: [reustaq@imp.mx](mailto:reustaq@imp.mx)

### **RESUMEN CURRICULAR:**

*El Dr. Eustaquio Rincón hizo sus estudios de Licenciatura en Ingeniería Química, en la Universidad Autónoma de Puebla realizó sus estudios de Maestría y Doctorado en la Facultad de Química de la UNAM con especialidad en Termodinámica, Equilibrio de fases a alta y baja presión, extracción supercrítica, propiedades termofísicas y corrosión. Tiene trabajando en el Instituto Mexicano del Petróleo 22 años como Ejecutivo del Laboratorio de Propiedades Termofísicas.*

*Su producción científica es de 15 artículos publicados en revistas internacionales con referero, 27 artículos publicados en memorias de congreso nacionales, 6 artículos publicados en memorias de revistas internacionales, 49 presentaciones en congresos nacionales y 25 presentaciones en congresos internacionales. Ha solicitado 6 Patentes de las cuales 5 ya han sido otorgadas. Ha impartido 6 cursos especializados y ha participado 12 veces en la organización de congresos. Fue presidente de la Sociedad Mexicana de Termodinámica.*

18

## **CARACTERIZACIÓN DE CRUDOS PESADOS A TRAVÉS DE ESTUDIOS DE PROPIEDADES TERMOFÍSICAS**

### **RESUMEN**

*La extracción continua del aceite ha ocasionado que la calidad del crudo actual disminuya considerablemente, de tal forma que ya se ha iniciado la explotación de pozos productores de crudo pesado y extrapesado, su calidad es menor a 20 °API. El futuro del desarrollo energético, a corto plazo, dependerá de que tan eficientemente se lleve a cabo la explotación de tales crudos. Para poder extraer, transportar y procesar estos crudos pesados y extrapesados es necesario caracterizarlos adecuadamente.*

*En esta ponencia se mostrarán equipos y metodologías desarrolladas en el Laboratorio de Propiedades Termofísicas del IMP así como resultados experimentales de densidad, viscosidad, tensión superficial y ángulo de contacto de varios crudos de 8, 10 y 12 °API. Las densidades se obtuvieron tanto en un densímetro de baja presión como en un densímetro de alta presión, ambos basados en el principio del tubo vibrante. Las viscosidades se obtuvieron en un viscosímetro de*

tambor rotatorio y en un reómetro. La tensión superficial y el ángulo de contacto se obtuvieron en un tensiómetro de gota pendiente. Los intervalos de aplicación para los diferentes estudios son: Tensión superficial e interfacial estática y dinámica y ángulo de contacto de 253 a 383 K, hasta 3.5 MPa. Viscosidad dinámica de líquidos de 2 a 20 000 mPa·s, de 273 a 378 K, a presión atmosférica. Viscosidad dinámica de líquidos y gases, 0.5-10.0 mPa·s de 298 a 423 K y de 0.1-68.9 MPa. Viscosidad de líquidos como función de la velocidad de corte de 0.01 a 1 000 rev/min, torque de 0.25 a 75 mN·m. Viscosidad de 1 a  $10^7$  mPa·s y temperatura de 253 a 453 K. Densidad de líquidos de 273 a 378 K a presión atmosférica y de 283 a 393 K, de presión atmosférica a 20 MPa. Densidad de líquidos y gases de 283 a 393 K, presión atmosférica a 20 MPa

**DR. CHRISTIAN BOUCHOT**

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas  
UPALM, ZACATENCO, SEPI-TERMODINÁMICA  
e-mail: [cbouchot@ipn.mx](mailto:cbouchot@ipn.mx)

**RESUMEN CURRICULAR:**

*El Dr. Bouchot realizó estudios de Matemáticas Superiores y Matemáticas Especiales en Chalon/Saône, Francia. Obtuvo su diploma de Ingeniero en la Escuela Nacional de Artes y Oficios (Ecole Nationale Supérieure d'Arts & Métiers - ENSAM), París, Francia. Obtuvo también un diploma de estudios avanzados por la Escuela de Minas de París (Ecole des Mines de Paris, Fontainebleau, Francia). Realizó su especialización en termodinámica experimental obteniendo una Mención Honorífica. Realizó sus estudios de Doctorado en la Rama de la Ingeniería de Procesos por la Escuela de Minas de París, ENSMP, (Ecole des Mines de Paris), Fontainebleau, Francia cuya Especialización fue en termodinámica experimental en donde obtuvo también Mención Honorífica con felicitaciones del jurado. Fue Ingeniero de Estudios en la Asociación para la Investigación el Desarrollo de Métodos y Procesos Industriales y Agregado de Investigación (Ex-Cátedra en el Ministerio de la Industria, Comercio, Telecomunicación y Comercio Exterior Francés. Tiene 8 publicaciones en revistas de circulación internacional, 15 publicaciones y presentaciones en congresos internacionales; en la parte de formación de recursos humanos tiene 5 Tesis sustentadas de Maestría y dos en curso. Ha dirigido 2 proyectos de investigación externos y 7 proyectos de investigación de la SIP-IPN. Desde 1998 es Profesor Titular C del Instituto Politécnico Nacional ESIQIE impartiendo materias de posgrado y licenciatura.*

**DENSIMETRÍA Y VISCOSIMETRÍA A ALTAS PRESIONES; ESTUDIOS BÁSICOS DE MEZCLAS GASEOSAS DENSAS**

**RESUMEN**

*Los estudios básicos de mezclas gaseosas densas toman importancia actualmente en la industria petrolera y particularmente entorno al procesamiento de gases y en los diversos métodos de recuperación mejorada del petróleo.*

*La determinación experimental de los comportamientos  $p$ ,  $v$ ,  $T$  y  $p$ ,  $\mu$ ,  $T$ , de componentes puros y mezclas es de gran importancia, desde el punto de vista básico, para la comprensión y la evaluación de las interacciones entre las moléculas que las componen y para la construcción de modelos y correlaciones que son la herramienta de utilidad para la ingeniería de procesos.*

Los datos  $p$ ,  $v$ ,  $T$  son una base para la construcción de las ecuaciones de estado y la descripción del estado de equilibrio de los fluidos. El comportamiento  $p$ ,  $\mu$ ,  $T$  es la base para la construcción de las correlaciones de esta propiedad fundamental de transporte y se usa en la descripción dinámica de los sistemas con flujos de fluidos. Se buscan cada vez más frecuentemente relaciones entre ambos comportamientos.

Para lograr estas determinaciones experimentales se necesitan considerar varios aspectos que serán evocados en esta presentación dentro de los cuales mencionamos: el diseño o selección adecuados de los instrumentos y equipos experimentales, la definición de los procedimientos para operarlos y el análisis de los datos experimentales obtenidos. En este último punto se evocarán no solamente las cuestiones de modelado sino también las cuestiones metrológicas a través del análisis y de la propagación del error.

**Palabras clave:** Densimetría, Viscosimetría, Tubo vibrante, Altas presiones, Mezclas gaseosas densas.

## **DRA. LAURA VERÓNICA CASTRO SOTELO**

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas**  
**UPALM, ZACATENCO, Edif. 7, PRIMER PISO-A**  
e-mail: [lcastros@ipn.mx](mailto:lcastros@ipn.mx)

### **RESUMEN CURRICULAR:**

*La Dra. Castro Sotelo realizó sus estudios de Licenciatura en la Carrera de Ingeniería Química Industrial en la ESIQIE del Instituto Politécnico Nacional, cursó la Maestría en Ciencias con Especialidad en Ingeniería Química en la misma Institución; y en el Instituto Mexicano del Petróleo realizó su Doctorado en Ingeniería sustentando con la tesis Síntesis y caracterización de terpolímeros con aplicación como mejoradores de flujo en crudo pesado mexicano. Su experiencia Profesional fue en SPISA INGENIERIA, S.A DE C.V. como Ingeniero de proceso; también trabajó en la empresa Servicios de ingeniería CONSUTEC, S.A. DE C.V. como Jefe de Grupo, y en SGS de México, S.A. DE C.V. (Société Générale de Surveillance de México, S.A. de C.V.), como Ingeniero Junior especialista; estuvo colaborando como Ingeniero de proceso en un proyecto en la empresa PYPISA (Planeación y Proyectos, S.A. DE C.V y ha impartido el curso denominado Principios de Formulación de Recubrimientos I", en la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).*

*Tiene 6 artículos publicados en revistas científicas de circulación internacional, 3 trabajos en extenso enviados a congresos internacionales, y 7 trabajos en congresos, ha contribuido con dos patentes en trámite en México y otras dos se encuentran también en trámite en Alemania Y EUA. Respecto a la formación de recursos humanos tiene un tesista de licenciatura que se encuentra a punto de concluir su trabajo de Tesis. Actualmente es Profesora Titular de la ESIQIE y pertenece al Sistema Nacional de Investigadores.*

## **SÍNTESIS, CARACTERIZACIÓN Y APLICACIÓN DE POLÍMEROS EN ACEITES CRUDOS**

### **RESUMEN**

*El comportamiento de los crudos mexicanos durante su transportación es un campo muy poco estudiado, principalmente en lo que respecta al mejoramiento del flujo. Sin embargo, es importante mencionar que hasta el momento no existen reglas claras para optimizar un agente mejorador de flujo para un crudo específico. Bajo estas circunstancias, la caracterización del crudo es necesaria.*

Se realizó una caracterización exhaustiva y detallada a tres aceites crudos mexicanos. De tal forma, en el presente trabajo se realizó la caracterización de las principales propiedades físicas, estructurales y composicionales de estos aceites crudos, enfocándose a un estudio detallado de la distribución de pesos moleculares de las fracciones SARA (compuestos saturados, aromáticos, resinas y asfaltenos) presentes.

Como segunda parte de este trabajo se realizaron varias reacciones, obteniéndose una serie de homopolímeros y copolímeros, partiendo de monómeros comerciales tales como: el acetato de vinilo, el estireno y el acrilato de butilo, con masas moleculares similares a los compuestos que integran el crudo.

Estos primeros polímeros se caracterizaron por espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (IRTF), Resonancia Magnética Nuclear (RMN), Cromatografía de exclusión por tamaño (CET), entre otros. Para identificar las señales características de cada uno de estos sistemas. Así mismo, se utilizaron técnicas de calorimetría diferencial de barrido y análisis termogravimétrico para estudiar la estabilidad térmica de estos materiales.

Como tercera parte de este trabajo se realizaron varias reacciones obteniéndose una serie de terpolímeros, con diferentes relaciones composicionales, partiendo de los mismos tres monómeros comerciales. Los terpolímeros obtenidos se caracterizaron por medio de las siguientes técnicas: espectroscopia de infrarrojo (FTIR), Resonancia Magnética Nuclear (RMN), Cromatografía de exclusión por tamaños, calorimetría diferencial de barrido y análisis termogravimétrico.

Finalmente se evaluó el desempeño de los terpolímeros aplicados como agentes mejoradores de flujo en un aceite crudo pesado mexicano de 15.82 ° API. A través de la caracterización de las propiedades de viscosidad, deformación al esfuerzo cortante y variación de las velocidades de corte. Estos resultados fueron contrastados con copolímeros comerciales de etilenoacetato de vinilo (EVA) con diferentes relaciones molares.

Estas evaluaciones permitieron establecer la correcta selección de un agente mejorador de flujo (basado en terpolímeros o copolímeros de acrilato de butilo, estireno y acetato de vinilo), observando que depende no solo de las características moleculares del crudo a tratar, sino también de parámetros estructurales como composición química, masas moleculares promedio e índice de polidispersidad de los polímeros.

**Palabras clave:** Polímeros, Aceites Crudos, Propiedades físicas, SARA, Terpolímeros y copolímeros.

## DR. CARLOS ÁNGELES CHÁVEZ

Instituto Mexicano del Petróleo  
Coordinación de Investigación de Ductos  
Eje Central Lázaro Cárdenas  
e-mail: [cangeles@imp.mx](mailto:cangeles@imp.mx)

### RESUMEN CURRICULAR:

El Dr. Ángeles Chávez cursó su Licenciatura en Ingeniería Química en la Facultad de Química de la UAEM; realizó sus estudios de posgrado en Ciencia de Materiales en la misma Institución en donde obtuvo la Presea “Ignacio Manuel Altamirano Basilio” versión 1999 por haber obtenido el más alto promedio; tiene 11 cursos de especialización entre los que se encuentran principalmente cursos de Microscopía Electrónica. Como experiencia académica ha impartido diversos cursos a grupos especializados, otros de nivel maestría y algunos más de nivel licenciatura; también ha elaborado programas de termodinámica avanzada y tecnología de materiales para la licenciatura en Ingeniería Química de la UAEM.

De mayo de 1991 a mayo de 1992 fue Asistente de Investigación en el Departamento de Tecnología, Plastiglas de México/Industrias Resistol y posteriormente fue Auditor en Aseguramiento de Calidad, EDASA, Gates Rubber Company; de 1997 al 2000 fungió como responsable del laboratorio de Microscopía Electrónica de Transmisión y manejo de los equipos de caracterización estructural. A partir de marzo de 2001 a la fecha su experiencia como Investigador Científico en la Coordinación de Investigación en Ductos del Instituto Mexicano del Petróleo, ha sido como Jefe de proyecto de investigación en corrosión, Jefe del laboratorio de microscopía electrónica, participación en proyectos de investigación en catálisis heterogénea, experto en el estudio de la cristalografía de los materiales cristalinos utilizando fuentes de electrones acelerados mediante técnicas de microscopía electrónica.

En la formación de recursos humanos ha contribuido con 2 tesis de licenciatura, dos de maestría concluidas y una de doctorado en proceso; ha presentado 19 conferencias como invitado; tiene 81 Artículos en revistas indizadas con 281 citas auténticas tipo A. Tiene 4 patentes reconocidas en México, Estados Unidos, India, Rusia, Canadá, Japón, Brasil, y Comunidad Europea; tiene 3 artículos de divulgación, 14 Artículos publicados en extenso en memorias de congresos nacionales e internacionales, y ha presentado 24 resúmenes de trabajos en congresos nacionales e internacionales.

Sus líneas de Investigación son cristalografía de materiales nanoestructurados de  $ZrO_2$ ,  $TiO_2$ , metales nobles,  $WO_3$  y  $MoS$ ; aleaciones metálicas e intermetálicas y corrosión. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel 1).

## **CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE MATERIALES UTILIZANDO ENERGÍA DISPERSIVA DE RAYOS-X**

### **RESUMEN**

*La caracterización química cualitativa y cuantitativa de los materiales es de vital importancia para relacionarla con su propiedades y aplicaciones finales. De las diferentes técnicas que actualmente se usan para realizar este tipo de análisis, la espectroscopia de dispersión de energía de rayos X (EDXS) está siendo cada vez más empleado en múltiples laboratorios. Una de las principales ventajas es el tiempo de respuesta y la versatilidad de asociarlo con imágenes cuando se obtiene con un microscopio electrónico. Es por lo tanto, importante conocer sus alcances y limitaciones así como los principios en que se basa la técnica para determinar la confiabilidad de los resultados.*

**Palabras clave:** *Caracterización Química cualitativa y cuantitativa, Energía Dispersiva de Rayos X, Materiales.*

**DRA. LUCÍA G. DÍAZ BARRIGA ARCEO**

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas**  
**UPALM, ZACATENCO, DIM.**  
e-mail: [luchell@yahoo.com](mailto:luchell@yahoo.com)

**RESUMEN CURRICULAR:**

*Estudio la carrera de Físico en la Facultad de Ciencias de la UNAM, realizó la Maestría en Ciencias con especialidad en Física en la misma Institución, realizó sus estudios de Doctorado en Ciencias con especialidad en Metalurgia y Materiales en ESIQIE-IPN.*

*Laboró como profesor de la Facultad de Ciencia de la UNAM impartiendo los Cursos de Funciones Especiales y Transformadas, Integrales Física Clásica I (Mecánica), Física Clásica III (Óptica), Física Clásica IV (Electricidad y Magnetismo), Estado Sólido, Física Atómica y Molecular I y II, Física Cuántica I y IV. Entre 1992 y 1998 laboró en la Facultad de Ingeniería impartiendo Álgebra lineal Ecuaciones Diferenciales Métodos Numéricos Introducción a las Computadoras y Programación en C++; también impartió Laboratorios de Óptica y Electricidad y Magnetismo.*

*En 1998 realizó una estancia en la Universidad Tecnológica de Toyohashi en Japón y posteriormente realizó tres estancias de Investigación en el Instituto Mexicano del Petróleo. Ha redactado 26 artículos en revistas con refero internacional, 4 capítulos de libros en su especialidad; ha sido invitada a impartir conferencias sobre Nanomateriales base Carbono y métodos de caracterización en el Congreso Thermec en Vancouver Canadá (2006), en el Centro de Investigaciones en Óptica Guanajuato (2007), en la UNISON Hermosillo Son. (desde 2006 a 2010) y en el Tecnológico de Tijuana, B. C. (en el 2008).*

*Participó como Secretario de Relaciones Públicas de la Sociedad Mexicana de Cristalografía (2009); Actualmente desarrolla investigación en películas delgadas de carbono, nanoestructuras producidas por aleado mecánico y colabora con investigaciones en el área de remediación de aguas, microscopía electrónica y propiedades magnéticas en la UAM IMP y UNAM. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores (con nivel I) desde el año del 2001*

## SÍNTESIS DE PELÍCULAS CRISTALINAS DE CARBONO USANDO RADIACIÓN DE MICROONDAS

J. Martínez-Reyes<sup>1</sup>, R. Martínez Guerrero<sup>3</sup>, N. Romero<sup>3</sup>, V. Garibay F.<sup>4</sup>, J. Ortiz L<sup>1</sup> y L. Díaz Barriaga<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ESFM-UPALM, IPN Apdo Postal 118-395 C.P. 07051 D.F. México

<sup>2</sup> ESIQIE-UPALM, IPN Apdo Postal 118-395 C.P. 07051 D.F. México

<sup>3</sup> ROMFER SA DE CV Sierravista 298 Lindavista C.P. 07300 D.F. México

<sup>4</sup> Programa de Ingeniería Molecular, I.M.P. Lázaro Cárdenas 152, C.P. 07730 D.F. México

### RESUMEN

*El propósito del presente trabajo fue el desarrollo y la caracterización de una película cristalina de carbono, cuya aplicación inicial fuera el refuerzo de polímeros. La película se elaboró a partir de terpenoides obtenidos de diferentes resinas naturales y se usó la propiedad de la radiación microondas de promover rápidamente la agitación térmica y descomposición de materiales orgánicos.*

*Inicialmente se estudiaron los perfiles de vibración de la cavidad de un microondas convencional para decidir las zonas de mayor calentamiento y en ese lugar se colocarían las muestras. Posteriormente se ingresaron al horno las resinas, y se observó luego de la formación de un plasma que en las paredes de los recipientes empleados se formaba una película de aspecto metalizado, la cual se podía retirar con facilidad y misma que fue caracterizada por difracción de rayos X, microscopía de barrido y microscopía de transmisión de alta resolución.*

*De los resultados obtenidos por estas tres técnicas se pudo concluir que tenemos una película continua formada por varias capas de películas más delgadas, mismas que dan una topología ondulada a su superficie, El espesor de las películas obtenidas se encuentra en un rango entre los 140 y 523 nm. La estructura cristalina del material presenta tres fases, de las cuales la principal es cúbica centrada en las caras con parámetro de red  $a = 14.1 \text{ \AA}$ , las otras dos fases corresponden a una estructura ortorrómbica de parámetros  $a = 9.53 \text{ \AA}$ ,  $b = 8.87 \text{ \AA}$ , y  $c = 8.34 \text{ \AA}$  y una estructura monoclinica con las siguientes características  $a = 10.27 \text{ \AA}$ ,  $b = 7.80 \text{ \AA}$ ,  $c = 9.49 \text{ \AA}$  and  $\beta = 92.4$ . La base de estos cristales no son átomos de carbono sino las estructuras moleculares conocidas como fullerenos.*

*Estos resultados nos permiten concluir que es posible obtener a partir de una técnica de bajo costo películas cristalinas de carbono.*

**Palabras clave:** Películas de Carbono, Radiación de Microondas, Terpenoides, Descomposición de materiales orgánicos, Fullerenos.

**DRA. ROSA DE GUADALUPE GONZÁLEZ HUERTA**

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas**  
**UPALM, ZACATENCO, Edif. 8, PRIMER PISO-B**  
Laboratorio de Electroquímica y Corrosión  
e-mail: [rosgonzalez\\_h@yahoo.com.mx](mailto:rosgonzalez_h@yahoo.com.mx)

**RESUMEN CURRICULAR:**

*Profesora-Investigadora de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) pertenece al grupo de Catálisis y Materiales, trabaja en el laboratorio de electroquímica y corrosión desarrollando trabajos de investigación en la síntesis y caracterización de materiales electrocatalíticos para electrolizadores y pilas de combustible y en el diseño y construcción de prototipos educativos solar-hidrógeno. Actualmente es presidenta de la Sociedad Mexicana del Hidrogeno. Es Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel 1).*

**PILAS DE COMBUSTIBLE: ENERGÍA LIMPIA Y SUSTENTABLE**

**RESUMEN**

*Uno de los principales problemas ambientales en los últimos años es la generación de energía con fuentes convencionales y su consumo desmedido, provocando contaminación del suelo, agua, y aire. El abuso por la sobre-explotación combustibles fósiles ha provocado serios daños al medio ambiente debido a la emisión de gases contaminantes de efecto invernadero, entre los daños más severos tenemos el calentamiento global del planeta, derrames de combustible en el mar y contaminación ambiental en las ciudades entre muchos otros.*

*Por otra parte se sabe que los combustibles fósiles se agotarán en algún momento, por lo que es de vital importancia establecer estrategias y emprender acciones inmediatas que permitan asegurar en un futuro cercano la autosuficiencia energética en el mundo. Específicamente México requiere satisfacer la demanda en energía en el mediano y largo plazo. El incremento de la demanda energética a nivel global requiere de nuevos desarrollos que aumenten la capacidad de generación de energía, de manera segura, diversificada, disponible y limpia.*

*Una variedad de combustibles se han propuestos para ayudar a disminuir la contaminación ambiental y proporcionar la demanda de energía requerida por la humanidad. Estos combustibles incluyen gasolinas reformuladas, etanol, metanol, líquidos sintéticos tal como el dimetil éter extraído del gas natural o del carbón, gas natural comprimido e hidrógeno. De todas estas*

alternativas el hidrógeno ofrece el más grande potencial para disminuir la contaminación ambiental y los más grandes beneficios para complementar la demanda de energía. Al igual que la energía eléctrica, el hidrógeno es una fuente de energía versátil, ya que se puede producir de una gran variedad de fuentes primarias de energía renovables (energía solar, eólica, hidroeléctrica, biomasa, etc) y no renovables (petróleo, gas natural y carbón). Si el hidrógeno se obtiene de la descarbonización de algún combustible fósil, el  $\text{CO}_2$  que se produce podría ser capturado y almacenado de forma segura para no contaminar. El hidrógeno puede transformarse electroquímicamente en una celda de combustible y es la opción que más llama la atención para una aplicación masiva del hidrógeno, ya que las celdas de combustible ofrecen limpieza, versatilidad, capacidad modular y altas eficiencias en la transformación de la energía química de un combustible a energía eléctrica.

Se anticipan muchos obstáculos en la manera de hacer la transición hacia el nuevo régimen de energía a base de hidrógeno, así como poder estimar las consecuencias sociales y ambientales que esto Desarrollando fuentes de energía renovables, se tiene la oportunidad de contribuir al esfuerzo internacional no solo de cuidar el medio ambiente si no logrando la autosuficiencia energética y al mismo tiempo obtener beneficios económicos y sociales con base en el uso de estas nuevas tecnologías que están innovándose en la forma en que se produce la energía y se consume. En esta dirección, dentro de la tecnología de hidrógeno-pilas de combustible, el hidrógeno como vector energético forma parte de una economía energética sostenida y sustentable porque su producción a partir de fuentes renovables y su utilización no causan daños al medio ambiente. Estas tecnologías son candidatos ideales para múltiples aplicaciones: empleo en equipos de combustión para generación combinada de calor y electricidad, utilización en el transporte y generación de electricidad. El término "Economía del hidrógeno" se maneja con el fin de describir un panorama diferente, donde los problemas de contaminación serán resueltos y nuestras necesidades energéticas serán cubiertas en forma permanente y segura, sin dañar el medio ambiente. El paso a la economía del hidrógeno puede poner fin a la dependencia del petróleo. Es importante independizar al mundo de la economía energética de los combustibles fósiles para limitar las emisiones de  $\text{CO}_2$  y mitigar así los efectos del calentamiento global sobre la ya castigada biosfera de la tierra. La creación de redes energéticas descentralizadas de hidrógeno entre usuarios finales hará posible el establecimiento de asentamientos humanos más dispersos y más sostenibles en relación con los recursos medioambientales y regionales existentes.

**DR. FRANCISCO JAVIER TZOMPANTZI MORALES****UNIVERSIDAD AUTONOMA DE METROPOLITANA  
PLANTEL IZTAPALAPA**e-mail: [fjtz@xanum.uam.mx](mailto:fjtz@xanum.uam.mx)**RESUMEN CURRICULAR:**

*El Dr. Tzompantzi tiene estudios de doctorado en Ciencias el cual lo realizó en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa; del 1 de Agosto del 2003 al 7 de Febrero del 2005 realizó una estancia Posdoctoral en el Instituto Mexicano del Petróleo. Cuenta con 32 publicaciones con arbitraje internacional, un gran número de trabajos en extenso y una amplia participación en congresos nacionales e internacionales. Desde 2005 a la fecha es profesor Investigador de la UAM- Unidad Iztapalapa. su principal línea de investigación es la Catálisis y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel 1).*

**SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE ARCILLAS ANIÓNICAS, PARA SU USO EN LA ELIMINACIÓN FOTOCATALÍTICA DE CONTAMINANTES ORGÁNICOS ALTAMENTE RECALCITRANTES EN MEDIO ACUSO**

30

**RESUMEN**

*Algunas de las problemáticas mundiales se nos acercan rápidamente, si no es que ya lo estamos viviendo o padeciendo, entre estas se encuentra la búsqueda de fuentes alternas de energía limpia y el control y/o eliminación de la contaminación que se ha generado por la intensa actividad humana, en todos los rubros. Los investigadores del área de catálisis (eco catálisis) en nuestra Universidad, Unidad de Iztapalapa, nos encontramos realizando investigaciones básicas para contribuir a resolver estas problemáticas.*

*Dentro de este ámbito se ha propuesto el desarrollo de materiales fotosensibles que sean capaces de eliminar contaminantes orgánicos presentes en medios acuosos por medio de la radiación ultravioleta. Una parte de las investigaciones se encuentran orientadas al desarrollo de materiales semiconductores tipo hidrotalcita.*

*Para lo cual se han sintetizado catalizadores sólidos tipo hidrotalcita (HT)  $Zn^{2+}/(Al^{3+}+Ce^{3+})$  obtenidos por el método de co-precipitación a partir de los nitratos correspondientes. La caracterización por DRX mostró que se obtuvieron estructuras de tipo hidrotalcita, identificadas por la señal del plano 003 de  $2\theta$  cerca de 10.2 para el par el ZnAl y de  $2\theta$  a 11.7 para la composición Zn/AlCe indicando una ligera variación de la distancia interlaminar en la hidrotalcita*

conteniendo  $Ce^{3+}$ . Los sólidos tipo HT fueron tratados a  $350^{\circ}C$  en  $N_2$  para su posterior caracterización textural. Las isothermas de adsorción de  $N_2$  fueron del tipo IV según la clasificación de la IUPAC para materiales mesoporos. Por otro lado, los estudios de la fotodegradación del ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) en fase líquida, mostraron que las hidrotalcitas son materiales con alta eficiencia en la adsorción del 2,4-D en medio ácido (pH 3) actuando como reservorios de altas concentraciones de contaminantes, pero además es capaz de llevarse a cabo una fotodegradación "in situ" del pesticida confinado en el cuerpo del mismo.

**Palabras clave:** Fotocatálisis, Fotodegradación, Hidrotalcita, ácido 2,4-diclorofenoxiacético

**DRA. SILVIA PATRICIA PAREDES CARRERA**

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas**  
**UPALM, ZACATENCO, Edif. 8, PRIMER PISO-B**  
Laboratorio de Catálisis y Materiales,  
e-mail: [sparedesc@ipn.mx](mailto:sparedesc@ipn.mx)

**RESUMEN CURRICULAR:**

*Profesora titular de la academia de Físicoquímica de la ESQIE-IPN, miembro del Sistema Nacional de Investigadores y del Grupo de Investigación de Laboratorio de Catálisis y Materiales (LaCaMa) con Doctorado en Ciencias con Especialidad en Química Inorgánica, Maestría y licenciatura en Ingeniería Química. Su experiencia laboral es en Docencia e investigación en instituciones públicas y privadas; Asesoría a industrias en las áreas ambientales y en recubrimientos anticorrosivos. El área de Investigación involucra la Síntesis de compuestos tipo hidrotalcita y materiales afines, mediante irradiación de ultrasonido y microondas aplicados a la sorción de materiales contaminantes, catálisis ácido-base y fotocatalisis.*

**DEGRADACIÓN DE BTEX–FENOL MEDIANTE IRRADIACIÓN ULTRASÓNICA**

S.P. Paredes, M. Guerra, M. A. Valenzuela, M. L. Hernández-Pichardo, S.O. Flores.  
Instituto Politécnico Nacional, ESQIE, Laboratorio de Catálisis y Materiales, Av. IPN S/N  
Zacatenco, 07738 México, México

32

**RESUMEN**

*En este proyecto experimental se llevó a cabo el estudio de la degradación de la mezcla de BTEX–Fenol en agua con base a la caracterización del agua potable del Distrito Federal, por medio de un proceso de oxidación avanzada basado en irradiación ultrasónica asistido por un agente oxidante ( $H_2O_2$ ). El proceso de degradación de la mezcla BTEX–Fenol se optimizó considerando las siguientes variables: el tiempo de irradiación, la ausencia o presencia de  $H_2O_2$  y la relación volumen de  $H_2O_2$ –concentración de contaminante.*

*Conforme a la caracterización del agua potable se identificaron concentraciones nocivas para la salud de: benceno, tolueno, etilbenceno, isómeros de xileno y trihalometanos. Respecto al análisis de cationes se identificaron principalmente: arsénico, aluminio, cobre, cromo, manganeso y plomo. El funcionamiento del sistema de degradación de la mezcla BTEX–Fenol se evaluó mediante espectroscopía de fluorescencia. En cuanto a los resultados obtenidos se observó que la aplicación de irradiación de ultrasonido para la degradación es factible en presencia de  $H_2O_2$  en un intervalo de concentración de 0.05 ppm a 200 ppm, presentando una eficiencia equiparable a los sistemas fotocatalíticos con  $TiO_2$ ; con la ventaja de evitar la separación del catalizador ( $TiO_2$ ) y con una*

significativa reducción del tiempo de tratamiento que va de horas a únicamente 5 min a 45 KHz de frecuencia y 132 W de potencia adicionando 300  $\mu\text{L}$  de  $\text{H}_2\text{O}_2$  (3 % respecto al volumen de los estándares).

Finalmente se establece que el proceso de degradación ultrasónica sin el empleo de un agente oxidante ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), no es factible a las condiciones de potencia y frecuencia estudiadas, pudiendo ser factible a frecuencias más altas lo que implicaría un mayor costo energético.

**Palabras clave:** Irradiación ultrasónica; BTEX-fenol; Degradación,  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

## **DR. ROMÁN RAMÍREZ LÓPEZ**

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas**  
**UPALM, ZACATENCO, Edif. 6, TERCER PISO**  
Academia de Fisicoquímica  
Email: [romanofskin2003@yahoo.com.mx](mailto:romanofskin2003@yahoo.com.mx)

### **RESUMEN CURRICULAR:**

*El Dr. Ramírez López cursó sus estudios de Licenciatura en Ingeniería Química Industrial en la ESIQIE – IPN, realizó su Doctorado en Ciencias con especialidad en Ingeniería Química en la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-Iztapalapa). Ha cursado 3 diplomados y 4 cursos de capacitación. Ha sido evaluador de la obra Chemical Reactor Design, Optimization and Scale Up/Bruce Newman de la McGraw-Hill Interamericana en el 2002; fue revisor técnico de la obra Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas, 4ª Edición/H. Scott Fogler Pearson Education, 2008. Tiene 8 trabajos en congresos internacionales, así como diversos trabajos publicados en extenso y varios artículos publicados en revistas científicas de circulación internacional. En lo que respecta a la formación de recursos humanos ha contribuido con 4 Tesis de Licenciatura.*

*Desde 1993 es Profesor Titular C y ha impartido cursos de Matemáticas, Ingeniería de Reactores, Cinética Química y Catálisis, Fenómenos de Transporte y Diseño de Procesos. Es Director y Expositor de dos Seminarios de Actualización con opción a Titulación, uno de Matemáticas Aplicadas a la Solución Analítica y Numérica de Problemas en Ingeniería Química desde 1997 a la fecha y el otro Seminario es de Diseño, Simulación y Control de Reactores Químicos que tuvo sus inicios en el 2001, con estos dos seminarios se han graduado a la fecha más de 500 alumnos.*

34

## **CONVERTIDORES CATALÍTICOS PARA AUTOMOTORES DE GAS NATURAL**

### **RESUMEN**

*Uno de los problemas que más atañen al mundo en materia de calidad de vida en nuestros días es sin duda la contaminación atmosférica, ya que se está expuesto a ella en cualquier sitio geográfico y sus efectos son realmente severos para la salud humana.*

*La problemática es originada, en gran parte, por los automotores (fuentes móviles) y las industrias (fuentes fijas). La eficiencia en la reacción de oxidación de los combustibles en los motores de combustión interna provoca que se emitan a la atmósfera gran cantidad monóxido de carbono e hidrocarburos ligeros, además de otros gases, mismos que reaccionan a ciertas condiciones*

ambientales produciendo contaminantes secundarios que a su vez son más peligrosos que los primarios.

El cambio de combustibles líquidos a gas natural ha cobrado cada vez mayor importancia. Sin embargo, con la tecnología actual de los motores de combustión interna que usan gas, existen fracciones de combustible sin reaccionar que se emiten al ambiente.

Aunque la tecnología de los convertidores catalíticos con platino como metal activo que reducen los hidrocarburos residuales a especies menos nocivas se ha empleado con éxito en los vehículos a gasolina, en el caso de los vehículos a gas natural no existe un catalizador comprobado capaz de reducir a una cantidad nula las emisiones de metano y monóxido de carbono a productos de la reacción total de este combustible: agua y bióxido de carbono.

Existen algunos estudios sobre la formulación y empleo de catalizadores para este propósito, sin embargo sólo se han probado a nivel experimental y en este campo es donde se pretende proporcionar un catalizador capaz de llevar a cabo la oxidación total del metano. El catalizador formulado empleando la técnica sol-gel garantiza la dispersión correcta de los componentes, la interacción entre ellos provoca un incremento de su actividad así como un aumento del área específica que garantiza el contacto adecuado de los gases de emisión con los sitios activos mejorando el grado de oxidación de los mismos.

Debido a lo anteriormente expuesto, en este el trabajo se estudia la evaluación y discriminación de un catalizador constituido a partir de platino soportado en óxido mixto de alúmina-ceria preparado por sol-gel que asegura un mejoramiento de la actividad con respecto a los catalizadores tradicionalmente preparados por otra técnica, comúnmente impregnación, además se estudia el efecto de la cantidad de ceria, que sirve como promotor de la actividad del catalizador al asegurar el suministro del oxígeno faltante para completar la reacción de oxidación del metano y se busca optimizar la cantidad de este componente para encontrar la relación correcta que permita mantener la alta actividad del catalizador formulado.

## **CENTRO DE NANOCIENCIAS Y MICRO Y NANOTECNOLOGÍAS IPN-ZACATENCO**



36

*El 26 de Octubre del 2009 se Inauguró la Unidad de Apoyo a la Investigación en Nanociencia y Micro-nanotecnología del Instituto Politécnico Nacional en la Unidad Profesional Adolfo López Mateos (UPALM), con el objeto de impulsar la investigación aplicada en las áreas de nanociencia y micro-nanotecnología y la generación de nuevos conocimientos científicos de alto impacto; así como ofrecer a los sectores público, social y privado, de México y el extranjero, servicios de desarrollo tecnológico e instrumentación de alta tecnología como apoyo para el desarrollo de proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico*

*El centro cuenta con cuatro redes de investigación: Biotecnología, Medio Ambiente, Computación y Nanociencias y con aproximadamente 460 trabajadores adscritos a los diferentes planteles politécnicos que las conforman. Con la apertura de este nuevo centro, se busca principalmente que los miembros de estas cuatro redes puedan conocerse entre sí y tengan el conocimiento de lo que ocurre en cada laboratorio, con el fin de no duplicar actividades y acordar proyectos conjuntos entre ellos, en los que "se aprovechen y complementen conocimientos, capacidad técnica e infraestructura experimental institucional, de tal manera que en el mediano plazo permita elevar su productividad".*

*La inversión de equipamiento en el Centro superó los 120 millones de pesos, y radica en la proyección que dará en materia de formación de recursos humanos con alta especialidad, el centro está integrado por tres laboratorios de investigación que son: Caracterización de materiales y nanotecnologías; Síntesis y procesamiento; y Micronanoelectrónica.*

*En una segunda etapa se prevé la creación de un cuarto laboratorio que será de microneotecnología y que de manera conjunta con los otros laboratorios albergará a la comunidad de investigadores de todo el IPN, ya que el centro no tendrá investigadores residentes.*

**DIRECTORIO DEL CENTRO DE NANOCIENCIAS**

**DIRECTOR**

JOSÉ GERARDO CABAÑAS MORENO

**SUBDIRECTORA DE NANOCIENCIAS**

DRA. ALICIA RODRIGUEZ PULIDO

**SUBDIRECTOR DE MICRO Y NANOTECNOLOGÍAS:**

DR. MIGUEL ANGEL ALEMÁN ARCE

**SUBDIRECTOR DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA:**

M en C. ALFONSO SANTA ANA RODRIGUEZ BOBADILLA

*Un agradecimiento inmenso a los Investigadores que compartieron esta primera experiencia con nosotros, también agradecemos a:*

*Ing. Miguel Ángel Álvarez Gómez  
(Director de ESIQIE)*

*M en C. Jesús Salvador Meza Espinoza  
M en C. Miguel Ángeles Hernández*

*A el DIQI y la Academia de Físicoquímica*

*Al Centro de Nanociencias del IPN cuyo esfuerzo impulsó el corazón de los alumnos a la Ciencia.*

*y a los colegas de la ESIQIE que se comprometieron en este esfuerzo.*

*El Comité Editorial*

*Dra. María Elena Manríquez*

*Dra. Carmen M. Reza San Germán*

*Dr. Abel Zúñiga Moreno*