



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

SRT-27

**SOLICITUD DE PRÓRROGA DE PERSONAL ACADÉMICO**

**SECRETARIO GENERAL**

MTRO. NORBERTO MANJARREZ ÁLVAREZ

FECHA	DÍA	MES	AÑO
	25	06	2015

CONFORME A LO PREVISTO EN EL REGLAMENTO DE INGRESO, PROMOCIÓN Y PERMANENCIA DEL PERSONAL ACADÉMICO ARTÍCULOS 151 BIS, 156, 156-12 SE SOLICITA LA SIGUIENTE PRÓRROGA:

CONCURSO DE EVALUACIÓN CURRICULAR	<input type="checkbox"/>	PERSONAL ACADÉMICO VISITANTE	<input checked="" type="checkbox"/>	PERSONAL ACADÉMICO QUE OCUPA CÁTEDRA	<input type="checkbox"/>			
No. DE CONVOCATORIA _____								
NOMBRE DE LA CÁTEDRA _____								
APELLIDO PATERNO	APELLIDO MATERNO	NOMBRE (S)		No. DE EMPLEADO				
LÓPEZ	MEDINA	RICARDO		28343				
UNIDAD AZCAPOTZALCO			DIVISIÓN CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA					
DEPARTAMENTO CIENCIAS BÁSICAS								
CATEGORÍA Y NIVEL TITULAR "C"			TIEMPO DE DEDICACIÓN COMPLETO					
HORARIO LU-VI DE 10:00 A 18:00								
FECHA DE INICIO DE LA CONTRATACIÓN	DÍA	MES	AÑO	FECHA DE TÉRMINO DE LA CONTRATACIÓN	DÍA	MES	AÑO	No. DE PLAZA DEFINITIVA QUE CUBRE (sólo en caso de evaluación curricular)
	01	10	2014		30	09	2015	
FECHA DE INICIO DE LA PRÓRROGA	DÍA	MES	AÑO	FECHA DE TÉRMINO DE LA PRÓRROGA	DÍA	MES	AÑO	
	01	10	2015		30	09	2016	

ACTIVIDADES A REALIZAR

IMPARTIR LAS UEA DE: ESTRUCTURA ATÓMICA Y ENLACE QUÍMICO, LABORATORIO DE REACCIONES QUÍMICAS, ESTRUCTURA DE LOS MATERIALES, CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES, LABORATORIO DE ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE LOS MATERIALES, ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE LOS MATERIALES EN INGENIERÍA, CINÉTICA Y CATALISIS, LABORATORIO DE CINÉTICA Y CATALISIS.

- ESTABLECER EL PROTOCOLO DE SÍNTESIS NECESARIO PARA LA OBTENCIÓN DE NANOPÁRTICULAS DE FASE ACTIVA TIPO TiO2 EN LA SUPERFICIE DE LOS CANALES DE MONOLITO, ASÍ COMO EN SÓLIDOS EN POLVO.
- EVALUAR EL EFECTOS DE LOS DISTINTOS PARÁMETROS DE SÍNTESIS (RELACIÓN ATÓMICA TiO2, RECUBRIMIENTO DE FASE ÓXIDO SOBRE EL SOPORTE Y ATMÓSFERA DE CALCINACIÓN), EN LA ESTRUCTURA Y ACTIVIDAD EN LA OXIDACIÓN AVANZADA DE CONTAMINANTES (COLORANTES).
- REALIZAR EL ESTUDIO TEÓRICO-EXPERIMENTAL DE LA DEGRADACIÓN DE COMPUESTOS CON GRUPOS FUNCIONALES AZO (COLORANTES) CON LA AYUDA DE TÉCNICAS COMPUTACIONALES.

DOCUMENTOS QUE ANEXA

DOCUMENTOS PROBATORIOS DE LA SUBSISTENCIA DE LA NECESIDAD ACADÉMICA	<input checked="" type="checkbox"/>	FORMA MIGRATORIA (FM)	<input type="checkbox"/>
PROYECTO DE CONTRATO ANTERIOR	<input checked="" type="checkbox"/>	INFORME DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS	<input type="checkbox"/>
		PASAPORTE	<input type="checkbox"/>

DIRECTOR DE DIVISIÓN

NOMBRE Y FIRMA

JEFE DE DEPARTAMENTO

DR. DAVID ELIZARRARAZ MARTÍNEZ

NOMBRE Y FIRMA

Para uso exclusivo de los Profesores Visitantes y de Cátedra

Aprobada en la Sesión No. \_\_\_\_\_

del Consejo Divisional de fecha

DÍA	MES	AÑO
-----	-----	-----

PRESIDENTE DEL CONSEJO DIVISIONAL

DR. LUIS ENRIQUE NOREÑA FRANCO

NOMBRE Y FIRMA

T1 Rector General - DIPPA  
 T2 Rector de Unidad  
 T3 Director de División  
 T4 Jefe de Departamento  
 T5 DIPPA  
 T6 Consejo Divisional

DCB-448.15.  
25 de junio del 2015.

**Dr. Luis Enrique Noreña Franco**  
Presidente del Consejo Divisional de la  
División de Ciencias Básicas e Ingeniería  
P r e s e n t e




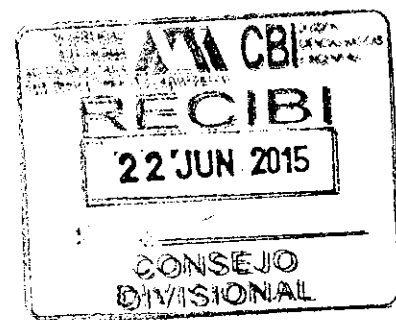
Por este conducto solicito atentamente a Usted, incluir en el orden del día del próximo Consejo Divisional, la solicitud de prórroga de contratación como Profesor Visitante del **Dr. Ricardo López Medina**, por un año a partir del 01 de octubre del 2015. El recurso a utilizar es:

< 2778 >.

Anexo al presente la carta de solicitud del Dr. Enrique Aduna Espinosa, Jefe del Área de Química de Materiales, así como el informe de actividades, el plan de trabajo y el curriculum vitae que presenta el Dr. López Medina.

Atentamente  
<Casa Abierta al Tiempo>

  
**Dr. David Elizarraraz Martínez**  
Jefe del Departamento de Ciencias Básicas



Cop. Dra. Ma. Lourdes Delgado Núñez - Secretaria Académica de la División de C.B.e I.

19 de junio de 2015  
AQM-38/15

Dr. David Elizarraraz Martínez  
Jefe del Departamento de Ciencias Básicas  
Presente.

Por este medio le solicito se realicen los trámites correspondientes para la prórroga por un año de la contratación como profesor visitante del Dr. Ricardo López Medina.

Se anexa el curriculum vitae, informe de actividades del periodo correspondiente y plan de trabajo.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente  
"Casa abierta al tiempo"

Dr. Enrique Aduna Espinosa  
Jefe del Área de Química de Materiales

ccp. expediente

Los archivos se enviaron por correo

# NOTIFICACIÓN DE ESTABLECIMIENTO O AJUSTE DE RELACIÓN LABORAL

No.	FECHA		
	DÍA	MES	AÑO
	03	10	2014

DIRECTOR DE RECURSOS HUMANOS LIC. DIANA ARACELI FLORES MORA

PRÓRROGA PROFESOR VISITANTE <input checked="" type="checkbox"/>	REINCORPORACIÓN <input type="checkbox"/>
CATEDRA	PRÓRROGA DE CÁTEDRA <input type="checkbox"/>

No. DE EMPLEADO	
28343	

NOMBRE DEL TRABAJADOR			
LÓPEZ MEDINA RICARDO			
NACIONALIDAD	EDAD	SEXO	ESTADO CIVIL
M	41 AÑOS	MASCULINO	SOLTERO (A)
CEURO #210			

AREA	DIVISIÓN	DEPARTAMENTO
AZCAPOTZALCO	CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA	CIENCIAS BÁSICAS

CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA Y NIVEL
PROFESOR	TITULAR "C"

TIEMPO DE DEDICACIÓN	No. DE HORAS	TURNO Y HORARIO
TIEMPO COMPLETO	40 HORAS	L-V DE 10:00 A 18:00 HORAS

**ACTIVIDADES A REALIZAR**  
 Impartir las UEA de: Estructura Atómica y Enlace Químico, Laboratorio de Reacciones Químicas, Estructura de los Materiales, Caracterización de Materiales, Laboratorio de Estructura y Propiedades de los Materiales, Estructura y Propiedades de los Materiales en Ingeniería, Cinética y Catálisis, Laboratorio de Cinética y Catálisis.  
 1. Establecer el protocolo de síntesis necesario para la obtención de nanopartículas de fase activa tipo TiO<sub>2</sub> en la superficie de los canales de monolito, así como en sólidos en polvo.  
 2. Evaluar el efecto de los distintos parámetros de síntesis (relación atómica TiO<sub>2</sub>, recubrimiento de fase óxido sobre el soporte y atmósfera de calcinación), en la estructura y actividad en la oxidación avanzada de contaminantes (colorantes).  
 3. Realizar el estudio teórico-experimental de la degradación de compuestos con grupos funcionales azo (colorantes) con la ayuda de técnicas computacionales.

TIPUS DE CONTRATO	FECHA DE INICIO DE LABORES
POR TIEMPO DETERMINADO	DÍA MES AÑO
	01 10 2014
DURACIÓN DE LA CONTRATACIÓN	1 año
FECHA DE TERMINACIÓN DE LABORES EN CASO DE CONTRATO POR TIEMPO DETERMINADO	DÍA MES AÑO
	30 09 2015

SECRETARÍA GENERAL  
 ROBERTO MANABARREZ ÁLVAREZ

2778

JUSTIFICACIÓN

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

06 OCT 2014

2778-01/10-08FFZ/40

REGISTRACIÓN DE RECURSOS HUMANOS PLANTILLA

**Presentación del Informe de Trabajo Periodo 2014-2015**

---

**DATOS DEL INVESTIGADOR APOYADO:**

Nombre:	Ricardo López Medina
Correo electrónico:	rilome@correo.azc.uam.mx
Institución de procedencia:	Universidad Complutense de Madrid-Instituto de Catálisis y Petroleoquímica
Dependencia de procedencia:	Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC
Institución de adscripción:	Universidad Autónoma Metropolitana
Dependencia de adscripción:	Unidad Azcapotzalco
Área:	Área de Química de Materiales
Disciplina:	Química Física
Subdisciplina:	Química
Especialidad:	Espectroscopia Raman in Situ y Operando, Catálisis y Nanocatalizadores
Nivel beca de investigación o nivel en el S.N.I., según proceda:	Nivel 1 periodo 2015-2018

**Actualmente Profesor Visitante Titular C de Tiempo Completo; Área de Química de Materiales, Departamento de Ciencias Básicas, División de Ciencias Básicas.**

## PRODUCTOS DEL TRABAJO REALIZADO.

La información que se proporcione debe corresponder únicamente al período del apoyo que se reporta y a las actividades del investigador dentro de la institución receptora; donde se informe lo siguiente:

### *Plan de trabajo original:*

En los últimos años ha crecido el interés en el desarrollo de procesos industriales de control de contaminantes químicos a partir de procesos industriales que logren eliminar el 60-70% de los agentes nocivos que contaminan (colorantes AZO, reactive blacks RB5, azul, amarillo y rojo Lanazol, ORANGE II y azul de metileno), lo cual crea una fuerte dependencia de desarrollo de técnicas eficientes en seguir la dinámica y cinética de estos procesos. Los catalizadores más usados en el proceso fotocatalítico de degradación de contaminantes se encuentran los óxidos de Ti, que combinado con ciertas técnicas espectroscópicas In Situ y Operando son sistemas altamente prometedores en el diseño y desarrollo de nuevos sistemas de reacción para el control de estos contaminantes. Tales técnicas como UV-vis, Raman y FTIR permiten comprender el comportamiento del catalizador en tiempo real de reacción, que a su vez, se logra visualizar la aparición de los intermedios de la reacción y el producto final. En la bibliografía apenas se encuentran trabajos sobre sistemas catalíticos In Situ y Operando enfocados a reacciones de control de contaminantes seguidas con estas técnicas. La reactividad de ciertos reactivos químicos hacia la producción de contaminantes parece seguir pautas más cercanas. El presente proyecto contempla diferentes actividades que basadas en preparar catalizadores tipo óxido y óxido soportado basados en el sistema  $TiO_2$  en polvo y monolito, cuyo método de preparación se optimizará, y que serán caracterizados de manera precisa en condiciones controladas de atmósfera y temperatura. La evaluación catalítica se realizará en dos tipos de equipos: i) convencional para las medidas de microactividad; y ii) en un reactor catalítico OPERANDO apto para el estudio espectroscópico simultáneo. Este reactor permitirá realizar la medida simultánea de la actividad catalítica a la vez que registra los espectros Raman y UV-Vis-NIR durante la reacción y calcula la actividad de acuerdo al catalizador usado. En las medidas operando Raman, el equipo será utilizado para registrar, además, los espectros UV-Vis-NIR durante la reacción. En la actualidad se han desarrollado sistemas automatizados MultiOPERANDO (Raman y UV-Vis cromatografía en línea) que permite evaluar hasta ocho catalizadores simultáneamente de forma automatizada, analizando los datos de actividad y estructurales en cada uno de ellos. Estos experimentos se complementarán con los estudios de Difracción de Rayos X, adsorción de  $N_2$  y Microscopía Electrónica de Alta Resolución HRTEM.

**Breve descripción de los logros obtenidos:** Esta descripción deberá contener una comparación explícita entre los objetivos y metas inicialmente propuestas y los logros alcanzados

- Se ha podido sintetizar y evaluar catalizadores en base a  $TiO_2$  dopados con B, Eu, W, Ag y evaluados en la degradación de contaminantes, específicamente colorantes con grupos funcionales AZO. El presente proyecto contemplo diferentes actividades que tienen por fin preparar catalizadores nanoestructurados tipo óxido soportado basados en el sistema  $TiO_2$ , cuyo método de preparación se optimizó, y que fueron caracterizados de manera precisa en condiciones controladas de atmósfera y temperatura. El tamaño reducido de estas partículas permitirá estudiar la estructura superficial al minimizar la señal de la masa de los agregados  $TiO_2$ , pudiendo entender qué fases de catalizador interactúan con los reactivos. Los alcances científicos se aplican a varios aspectos:
1. Se estableció el protocolo de síntesis necesario para la obtención de nanopartículas de fase activa tipo  $TiO_2$  en la superficie de los canales del monolito.
  2. Evaluamos el efecto de los distintos parámetros de síntesis (relación atómica  $TiO_2$ , recubrimiento de fase óxido sobre el soporte y atmósfera de calcinación), en la estructura y actividad en la oxidación avanzada de contaminantes.
  3. Se estudió el papel que desempeña el monolito como soporte del sistema  $TiO_2$ . Desde el punto de vista de la ingeniería de la reacción, se esperan desarrollar correlaciones entre los parámetros de diseño del monolito (densidad de celdas, longitud de canal, velocidad lineal de paso de los gases, etc.) con los resultados de actividad y selectividad obtenidos, que permitan la optimización de dichos parámetros, así como el diseño de catalizadores y reactores adecuados para poder alcanzar los objetivos de actividad y selectividad propuestos.
  4. Identificamos la naturaleza y la función de los centros activos y el papel que desempeñan el  $TiO_2$  y los dopantes en la reacción de oxidación avanzada de contaminantes. Esperamos entender la naturaleza de la fase activa para la oxidación de colorantes AZO.
  5. En cuanto a la aplicación de metodologías in situ y operando. Se espera que el instrumento para estudios con resolución espacial de un catalizador conformado (monolítico) en reacción utilizando espectroscopias Raman, UV-Vis e infrarrojos in situ y operando sea puesto a punto. Esto sería prácticamente una novedad mundial, pues sólo existe en bibliografía un resultado preliminar que está en fase de consolidación.



6. Se logró trabajar con diferentes equipos y áreas de investigación en el desarrollo de varios proyectos en los cuales se colaboraba de forma activa a través de asesorías y análisis en equipos del área de Química de Materiales; resultados que fueron presentados en ponencias y congresos de nivel internacional. Así mismo, estos resultados contribuyeron a la diseminación de ideas y conclusiones que llevaron a redactar artículos de difusión e investigación científica en diferentes campos de la ciencia, productos científicos que son detallados en los siguientes puntos del informe.

**Lista de artículos producidos:**

a) Oxidation of cyclohexanol and cyclohexene with triazenido complexes of chromium immobilized in biosorption FAU supports, H. Figueiredo, B. Silva, I. Kuzniarska-Biemacka, A.M. Fonseca, **R. López-Medina**, S. Rasmussen, M.A. Bañares, I.C. Neves, T. Tavares *Chemical Engineering Journal* 247 (2014) 134–141

b) Effect of the Amount of Water in the Synthesis of B-TiO<sub>2</sub>: Orange II Photodegradation, M. May-Lozano, G.M. Ramos-Reyes, **R. López-Medina**, S. A. Martínez-Delgadillo, J. Flores-Moreno, and I. Hernández-Pérez, *International Journal of Photochemistry*, Volume 2014, Article ID 721216, 8 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/721216>

c) Oxidative desulfurization and oxidative denitrogenation of diesel and straight run gas oil with tungsten/zirconia catalysts, Jorge F. Palomeque-Santiago, Isaías Hernández-Pérez, Juan Navarrete-Bolaños, Fátima Rosales-Martínez, **Ricardo López-Medina**, Marina Morán-Pineda, Rodolfo Mora-Vallejo, *Catalysis Science & Technology*, 2014, ENVIADO

d) Shaping up operando Raman-GC: Spectroscopy on a work-ing monolithic alumina-supported nano-VPO catalyst, Rasmussen, Søren; **López-Medina, Ricardo**; Mikolajska, Ewelina; Daturi, Marco; Avila, Pedro; Bañares, Miguel angel, *ACS Catalysis*, 2014, ENVIADO

e) Adsorption of azo-dye Orange II from aqueous solutions using a Metal-Organic Framework material: Iron-benzenetricarboxylate (Fe(BTC)), Elizabeth Rojas García, **Ricardo López Medina**, Marcos May Lozano, Isaías Hernández Pérez, Maria J. Valero, Ana M. Maubert Franco, *Materials* 2014, 7, 8037-8057; doi:10.3390/ma7128037

f) Nanostructured Eu,W-codoped TiO<sub>2</sub> anatase-brookite mixed-phase correlating photocatalytic performances for degradation of Orange II dye, **R. López Medina**, E. Rojas García, A.M. Maubert Franco, I. Hernández Pérez, M. Rodríguez Cruz, M. May Lozano, en *Proceso de Realización*.

g) Structure and catalytic performance of WO<sub>x</sub>-ZrO<sub>2</sub> nanostructures for the oxidative desulphurization of Diesel fuel with hydrogen peroxide I. Hernández Pérez, **R. López Medina**, R. Suárez Parra, E. Rojas García, M. May Lozano, F. Chávez Rivas, and J. Castro Arellano, en *Proceso de Realización*.

h) Kinetic and thermodynamic studies on the adsorption of Orange II from aqueous solutions onto metal-organic frameworks with iron, E. Rojas-García, **R. López-Medina**, M. May-Lozano, L. Gonzales-Reyes, S. Hernández, R. Irene Sánchez-Guajardo, A.M. Maubert-Franco, en *preparación*.

**Cursos Impartidos en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco:**

Laboratorio de Estructura y Propiedades de los Materiales en Ingeniería 15-I  
Estructura y Propiedades de los Materiales en Ingeniería 15-P  
Ciencia y Tecnología de los Nanomateriales 15-P

**Lista de patentes:**

SOLICITUD DE PATENTE INTERNACIONAL: METHOD FOR PRODUCING VPO CATALYSTS ON A CARBONACEOUS BIOMASS SUBSTRATE N° SOLICITUD PCT/ES2011/000106  
N° PUBLICACIÓN WO 2011/124733 A1 En Proceso



Universidad abierta al tiempo

Universidad Autónoma Metropolitana

Azacapotzalco

**Lista de tesis dirigidas, en proceso o concluidas, indicando el nivel a que correspondan y el grado de avance (Licenciatura, Maestría y Doctorado):**

Dirección de Tesis de Licenciatura en Ingeniería Ambiental "Evaluación de TiO<sub>2</sub> codopado con Ag-Eu en la degradación fotocatalítica de los colorantes Orange II y azul 69" Héctor Miguel Chifñas López, Asesor: Marcos May Lozano, **FINALIZADA 2015, Co-asesor: Ricardo López Medina**

Dirección de Tesis de Licenciatura en Ingeniería Ambiental "Evaluación de la degradación fotocatalítica del colorante Orange II y la amoxicilina mediante el sistema B-TiO<sub>2</sub> co-dopado con europio y plata", Asesor: Marcos May Lozano, **FINALIZADA 2015, Co-asesor: Ricardo López Medina**

Dirección de Tesis de Licenciatura en Ingeniería Ambiental "Remoción de colorantes textiles (Naranja II) de medios acuosos mediante sonólisis" Asesor: Sergio Martínez Delgadillo, **En proceso 2015, Co-asesor: Ricardo López Medina**

Dirección de Tesis de Maestría en Ciencias e Ingeniería Ambiental "Síntesis de biodiesel a partir de grasa animal y vegetal por catálisis heterogénea", Asesor: Julio Flores Rodríguez, **INICIADA 2015, Co-asesor: Ricardo López Medina**

**Participación en convocatorias CONACYT, PROMEP:**

Proyecto Estudio y relación de la estructura-actividad de catalizadores nanoestructurados empleados en procesos de eliminación de contaminantes en efluentes acuosos a través de reacciones fotocatalíticas por medio del uso In Situ y Operando, convocatoria INFR-2014-01 del Fondo de Infraestructura CONACYT, APROBADO sin fondos

Proyecto Estudio de la relación estructura-actividad en catalizadores nanoestructurados empleados en la generación de hidrógeno y degradación de contaminantes monitoreado con espectrofotómetros Raman y UV-vis In Situ y Operando convocatoria INFR-2015-01 del Fondo de Infraestructura CONACYT, APROBADO, Monto: 5,000,000 de pesos en infraestructura

Degradación y eliminación de contaminantes en efluentes acuosos usando procesos foto y sonocatalíticos, Solicitud de Apoyo a la Incorporación de Nuevos Profesores de Tiempo Completo, F-PROMEP-38/Rev-03, En evaluación

**Lista de eventos académicos (seminarios, congresos, conferencias) en los que participó como ponente indicando el título del evento, lugar, fecha y tema.**

Oxidation of Dibenzothiophene on WO<sub>x</sub>-MCM-41 Catalysts, **R. López-Medina**, I. Hernández Pérez, R. Suárez Parra, E. Rojas García, M. May Lozano. The Fifth International Workshop for R&D Clustering Among Mexico and Korea in Ecomaterials Processing, June 23 - 26, 2014 Monterrey N. L. México; Presentación Oral

Insights on the formation mechanism of graphene on silicate supports from caramel-silicate hybrids, Pilar Aranda, Margarita Darder, Cristina Ruiz-García, Almudena Gómez-Avilés, **Ricardo López-Medina**, Miguel A. Bañares, Eduardo Ruiz-Hitzky, Fourth International Conference on Multifunctional, Hybrid and Nanomaterials, Presentación

CONTAMINACIÓN POR METALES TÓXICOS PARTICULADOS EN EL NORTE DE LA CIUDAD DE MÉXICO, Contreras Ruiz José Luis, Mendoza Dávila José de Jesús, Flores Rodríguez Julio, Vaca Mier Mabel, **López Medina Ricardo**, V Congreso Internacional de Docencia e Investigación en Química 2014 (V CIDIQ), Cartel

ESPECIACIÓN DE METALES EN POLVOS RECOLECTADOS EN EL NORTE DE LA CIUDAD DE MÉXICO, Contreras Ruiz José Luis, Mendoza Dávila José de Jesús, Flores Rodríguez Julio, Santos Camacho José Antonio, **López Medina Ricardo**, V Congreso Internacional de Docencia e Investigación en Química 2014 (V CIDIQ), Cartel

ESTUDIO DE METALES PARTICULADOS EN TAPACHULA, CHIAPAS, MÉXICO, Oliva Montes Jesús Josimar, Mendoza Dávila José de Jesús, Flores Rodríguez Julio, Vaca Mier Mabel, **López Medina Ricardo**, V Congreso Internacional de Docencia e Investigación en Química 2014 (V CIDIQ), Cartel

SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE FOTOCATALIZADORES DE TITANIO SOPORTADOS EN MATERIALES SBA-15, Hernández Pérez Isaías, Colín Luna José Antonio, Suárez Parra Raúl, González Reyes Leonardo, **López Medina Ricardo**, V Congreso Internacional de Docencia e Investigación en Química 2014 (V CIDIQ), Cartel





Casa abierta al tiempo

**Universidad Autónoma Metropolitana**  
Azcapotzalco

SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE CdS-TiO<sub>2</sub> A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE CdS, May Lozano Marcos, Zarazua Espinoza Ricardo G., **López Medina Ricardo**, Tzompantzi Morales Francisco Javier, Gómez Romero Ricardo, V Congreso Internacional de Docencia e Investigación en Química 2014 (V CIDIQ), Cartel

SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE TiO<sub>2</sub> POR SOL-GEL: EFECTO DEL AGUA EN LA PREPARACIÓN, May Lozano Marcos, Granados Olvera Jorge A., Arroyo Ordoñez Iván, Domínguez Bautista Fidencio E., **López Medina Ricardo**, Hernández Pérez Isaías, V Congreso Internacional de Docencia e Investigación en Química 2014 (V CIDIQ), Cartel

ESTUDIO DE METALES TÓXICOS EN POLVOS DEPOSITADOS EN AZOTEAS DE LA UAM AZCAPOTZALCO, Contreras Ruiz José Luis, Oliva Montes Jesús Josimar, Mendoza Dávila José de Jesús, Flores Rodríguez Julio, Vaca Mier Mabel, **López Medina Ricardo**, V Congreso Internacional de Docencia e Investigación en Química 2014 (V CIDIQ), Cartel

OXIDACIÓN DE DIBENZOTIOFENO CON MATERIALES MESOPOROSOS, **Ricardo López Medina**, Isaías Hernández Pérez, Raúl Suárez Parra, Elizabeth Rojas García, Marcos May Lozano, Fernando Chávez Rivas, XXXVI ENCUENTRO NACIONAL DE LA AMIDIQ

ESTUDIO DE LA DEGRADACIÓN SONOQUÍMICA DEL COLORANTE ORANGE II, **Ricardo López Medina**, Marcos May Lozano, Isaías Hernández Pérez, Víctor Mendoza, Víctor Hugo Martínez, Ana Dely Zamora Ibarra, Octavio Trejo Chavero, Sergio A. Martínez Delgadillo, XXXVI ENCUENTRO NACIONAL DE LA AMIDIQ

REMOCION DE AMOXCILINA DE MEDIOS ACUOSOS MEDIANTE TRATAMIENTO AVANZADO CON IRRADICACION ULTRASONICA, MARIA DEL CARMEN VILLA-GONZALEZ, OCTAVIO TREJO-CHAVERO, RICARDO LOPEZ- MEDINA, VICTOR MENDOZA-ESCAMILLA, MOISES TEJOCOTE PEREZ, SERGIO A. MARTINEZ-DELGADILLO, XXXVI ENCUENTRO NACIONAL DE LA AMIDIQ

**Otras actividades realizadas durante su estancia en la institución receptora:**

**Seminarios impartidos en el Área de Química de Materiales:**

"Estudio de la oxidación parcial de propano para la obtención de ácido acrílico utilizando catalizadores nanoestructurados MoVNbTeO<sub>7</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>", 28 de Mayo de 2014, Universidad Autónoma Metropolitana

"Estudio de la degradación de un colorante azo Orange II usando fotocatalizadores nanoestructurados TiO<sub>2</sub> codopados con Eu-W", 08 de Octubre de 2014, Universidad Autónoma Metropolitana

Organización del Seminario Impartido en el Área de Química de Materiales: "Espectroscopia Raman durante la catálisis: metodología operando para el estudio en tiempo real de catalizadores y reacciones", impartido por el Prof. Miguel Ángel Bañares González Vicepresidente Adjunto de Áreas Científico-Técnicas, dependiente de la Vicepresidencia de Organización y Relaciones Institucionales (CSIC) y Profesor de Investigación del Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, Madrid España, 15 de Abril de 2015, Universidad Autónoma Metropolitana

**10.- Comentarios adicionales (sobre su permanencia en la institución receptora):**

Se logro la distinción de **INVESTIGADOR NACIONAL NIVEL I**, en el Sistema Nacional de Investigadores en el periodo 2015-2018  
Se aprobó la contratación como **Profesor Visitante Titular C de Tiempo Completo** en el Departamento de Ciencias Básicas.

## Plan de Trabajo 2015-2016

Ricardo López Medina

### Área de Química de Materiales

#### Introducción

En los últimos años ha surgido una marcada preocupación de la sociedad por la preservación del medio ambiente, lo que ha llevado a la creación de una serie de normativas medioambientales para regular las emisiones. Debido a esta inquietud social, se ha buscado desarrollar procesos que conjuguen los avances tecnológicos y científicos con la protección del medio ambiente tomando en cuenta el beneficio económico que se busca en toda actividad industrial. Esta es una propuesta multidisciplinar que integra grupos de diferentes departamentos de la Universidad Autónoma Metropolitana, con conocimientos diferentes y complementarios; espectroscopia *In Situ* y *Operando* (Raman y UV-vis), catalizadores monolíticos para la remediación ambiental, degradación en procesos de oxidación avanzada y control de procesos para desarrollar una nueva técnica en la investigación de perfiles *operando* a lo largo de los canales de un catalizador monolítico. La metodología *Operando* combina caracterización *in situ* durante la reacción con mediciones de la actividad simultánea en una celda cinéticamente relevante, es decir, un sistema espectro-cinético. También se hace énfasis en la generación de hidrógeno a partir del uso de energía solar y catalizadores en fase heterogénea.

El propósito es investigar la aplicación de metodologías *Operando* con resolución espacial a catalizadores conformados (monolíticos) durante la reacción combinando espectroscopia (Raman, UV-vis, IR), con el análisis transitorios en fase líquida, modelado del reactor (dinámica de fluidos, transferencia de masa y los fenómenos de difusión, perfiles de eficacia) y modelización teórica de la estructura, reactividad y espectros del catalizador. De esta manera, generando información a escala molecular de la distribución

espacial de la estructura del catalizador y de las especies superficiales durante la reacción de fotocatalisis en la degradación de compuestos orgánicos en efluentes acuosos.

Este método fotocatalítico presenta la ventaja de que el semiconductor permanece como un sólido después de la reacción y este se puede separar del medio de reacción, en el procesos fotocatalítico las condiciones de operación son moderadas ya que el proceso puede ser impulsado por luz solar, reduciendo así significativamente el poder eléctrico requerido y por consiguiente los costos de operación.

Este trabajo se sustenta en metodologías *operando*, el modelado de la reacción, síntesis del catalizadores monolíticos y sistema de control computarizado de automatización de procesos. Se quiere demostrar que los catalizadores conformados (monolíticos) pueden ser investigados, comprendidos y modelizados gracias a un estudio integrado.

El conocimiento generado es un inestimable valor intelectual siempre y cuando se implemente y gestione correctamente, es decir, si se traduce en habilidades y se transforma en acciones. La eliminación de compuestos químicos tóxicos de aguas residuales es actualmente uno de los asuntos más importantes en el control de la contaminación además de hacerlo conjuntamente con la generación de hidrógeno. Estos contaminantes tienen su origen desde aplicaciones industriales (refinación del petróleo, procesos textiles, etc.) así como de la vida cotidiana (pesticidas, detergentes, fertilizantes, etc.) varios de estos compuestos son resistentes a métodos químicos convencionales y tratamientos biológicos. Lo cual aumenta el interés de buscar medios más eficientes para remover estos compuestos contaminantes.

Las estructuras y los cambios de los catalizadores durante la operación catalítica serán determinados por espectroscopia Raman en condiciones de reacción y con medida simultánea de actividad, (*Espectroscopia Operando*); herramienta que permite el análisis y correlación estructura-actividad. Además se realizaran medidas de TPSR Raman (celda Linkam TS 1500 para tratamiento *In Situ* de los catalizadores) de donde se obtendrán resultados en la capacidad de reducción del material. Este tipo de estudios permitirán obtener los espectros Raman e UV-Vis-NIR del catalizador en el momento de la reacción, a

la vez que se mide la actividad con un cromatógrafo de gases para determinar los productos de la reacción. Estas medidas permitirán establecer de forma clara y concisa las relaciones que existen entre la estructura del catalizador y su comportamiento catalítico, pues ambas medidas se realizan simultáneamente.

### **Objetivo General**

El objetivo general es hacer el estudio de catalizadores  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ -grafeno y la puesta a punto de los equipos que servirán de instrumento para estudios *Operando (análisis estructura-actividad en condiciones de reacción)* con resolución espacial de un catalizador conformado (monolítico) en reacción utilizando espectroscopias Raman, UV-Vis *In Situ* y *Operando*. El sistema automático computarizado permitirá obtener espectros a lo largo del cuerpo del catalizador y sincronizar la localización del espectro con la los perfiles de actividad a lo largo de dicho cuerpo. La integración de información espectroscópica espacialmente resuelta con los otros datos de proceso (actividad, selectividad, temperatura y condiciones de reacción) permitirá entender las tendencias estructurales a lo largo de los canales del monolito durante reacción. Además, tener la información necesaria en cuanto a área superficial, volumen y tamaño de poro, y contar con las isothermas de adsorción de los catalizadores sintetizados.

Los resultados de esta investigación se estarán integrando, contrastando con la bibliografía y organizándolos en bloques conceptuales coherentes y se empezarán a diseminar en forma de comunicaciones a congresos y a publicaciones internacionales de primera fila en el campo de la Catálisis, la Ciencia de Materiales y la Ingeniería Química.

Cabe destacar que este tipo de estudios generará conocimientos en el campo del control de contaminantes y degradación de los mismos, los catalizadores estructurados son ampliamente utilizados en los procesos de descontaminación ambiental, existiendo una gran variedad de acuerdo al material utilizado como soporte.

Una vez recabada la información de estructura-actividad de los datos generados con los equipos Raman, UV-vis y Fisisorción de Nitrógeno; se podrán integrar los avances y ser publicados en revistas de arbitraje internacional.

Durante el transcurso del periodo de contratación se hará la adquisición de los equipos de investigación y análisis siguientes: Raman portátil con sonda de inmersión ( $\lambda = 514 \text{ nm}$ ) Renishaw, celda de tratamiento Linkam TS 1500, espectrofotómetro UV-vis con sonda de inmersión, Micro Cromatógrafo de Gases con TCD y equipo de Adsorción de Nitrógeno Micromeritics; de acuerdo al Convenio de Asignación de Recursos en el programa de Apoyo al Fortalecimiento y Desarrollo de la Infraestructura Científica y Tecnológica 2015 de CONACYT el cual asigno a la UAM-A y al Área de Química de Materiales 5 millones de pesos dentro del proyecto denominado "ESTUDIO DE LA RELACIÓN ESTRUCTURA-ACTIVIDAD EN CATALIZADORES NANOESTRUCTURADOS EMPLEADOS EN LA GENERACIÓN DE HIDRÓGENO Y DEGRADACIÓN DE CONTAMINANTES MONITOREADO CON ESPECTROFOTÓMETROS RAMAN Y UV-VIS IN SITU Y OPERANDO", para la compra de dicho equipos de investigación los cuales estarán a disposición de toda la comunidad científica. Adicionalmente, se espera la resolución del PROMED para el otorgamiento de un apoyo en la adquisición de un equipo que incrementará las acciones emprendidas para el estudio y análisis de estos sistemas. }

## **Propuesta Resumida del Plan de Trabajo**

**Antecedentes.** El empleo de catalizadores nanoestructurados  $\text{TiO}_2$ , así como la implementación y uso del grafeno usados en sistemas de oxidación avanzada y monitorizados por medio de espectroscopias Raman *In Situ* y *Operando* en reacciones de degradación de contaminantes y generación de hidrógeno, despierta un gran interés en la industria. Sin embargo, la oxidación avanzada está siempre seriamente limitada en su selectividad por problemas de sobreoxidación, generando productos no deseados, pérdida de materia y energía y las repercusiones en la competitividad, economía y

medioambiente. Para demostrar la validez de este sistema se tiene la intención de investigar los catalizadores monolíticos y en polvo basados en  $\text{TiO}_2$  para la reacción de oxidación avanzada de colorantes Azo como una prueba de la eficacia del sistema. Se investigará el efecto en la estructura y el funcionamiento de los catalizadores soportados en condiciones reales de operación y reacción. En una primera aproximación se reproducirán los catalizadores convencionales  $\text{TiO}_2$  en polvo y sistemas  $\text{TiO}_2$ -grafeno, que se sintetizarán y se estabilizarán en los soportes descritos anteriormente.

Con este cuerpo de datos, podemos comparar el efecto de utilización de monolitos  $\text{TiO}_2$ -grafeno a fin de controlar mejor los problemas asociados al límite de rendimiento a productos inocuos. Es un logro fundamental con implicaciones industriales de gran calado, pues estos resultados permiten ampliar las tradicionales de los monolitos catalíticos a la remediación de aguas contaminadas, así como a otras reacciones de oxidación selectiva, de interés industrial y económico. Conjuntamente se realizará mediciones en la generación de hidrógeno por medio de procesos fotocatalíticos y su cuantificación.

**Metodologías.** El presente proyecto contempla diferentes actividades que tienen por fin preparar catalizadores nanoestructurados tipo óxido soportado basado en el sistema  $\text{TiO}_2$  y sistemas  $\text{TiO}_2$ -grafeno, cuyo método de preparación se optimizará, y que serán caracterizados de manera precisa en condiciones controladas de atmósfera y temperatura. El tamaño reducido de estas partículas permitirá estudiar la estructura superficial al minimizar la señal de la masa de los agregados  $\text{TiO}_2$ , pudiendo entender, qué fases del catalizador interactúan con los reactivos. Los alcances científicos se aplican a varios aspectos:

1. Establecer el protocolo de síntesis necesario para la obtención de nanopartículas de fase activa tipo  $\text{TiO}_2$  y en el sistema  $\text{TiO}_2$ -grafeno en la superficie de los canales del monolito en los polvos.
2. Evaluar el efecto de los distintos parámetros de síntesis (relación atómica  $\text{TiO}_2$ , recubrimiento de fase óxido sobre el soporte y atmósfera de calcinación además del

contenido en grafeno), en la estructura y actividad en la oxidación avanzada de contaminantes y en reacciones de generación de hidrógeno.

3. Esclarecer el papel que desempeña el monolito como soporte del sistema  $\text{TiO}_2$ . Desde el punto de vista de la ingeniería de la reacción, se esperan desarrollar correlaciones entre los parámetros de diseño del monolito (densidad de celdas, longitud de canal, velocidad lineal de paso de los gases, etc.) con los resultados de actividad y selectividad obtenidos, que permitan la optimización de dichos parámetros, así como el diseño de catalizadores y reactores adecuados para poder alcanzar los objetivos de actividad y selectividad propuestos.

4. Identificar la naturaleza y la función de los centros activos y el papel que desempeñan el Ti y los dopantes en la oxidación avanzada de contaminantes. A partir de estudios teóricos, mediante el empleo de la dinámica molecular (teoría de funcionales de la densidad), se espera entender la naturaleza de la fase activa para la oxidación de colorantes Azo, así como poder proponer rutas o mecanismos para la degradación de los mismos.

5. En cuanto a la aplicación de metodologías *In situ* y *Operando*, se espera que el instrumento para estudios con resolución espacial de un catalizador conformado (monolítico) en reacción utilizando espectroscopias Raman, UV-Vis e infrarrojos *In Situ* y *Operando* sea puesto a punto y desarrollado con reacciones modelo. Esto sería prácticamente novedoso ya que se implementaría una técnica de análisis con grandes posibilidades de ampliarse a otros campos de la investigación científica, pues sólo existe en bibliografía un resultado preliminar que está en fase de consolidación lo cual sería la base para escalar a otro tipo de reacciones y procesos.

Los colorantes utilizados en este trabajo, para comprobar la eficacia de los tratamientos de oxidación avanzada (en concreto fotocátalisis solar con  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ -grafeno y proceso foto-Fenton), todos ellos colorantes reactivos comerciales, son los que se indican a continuación: colorantes Azo, reactive blacks RB5, azul, amarillo y rojo Lanazol, ORANGE II y azul de metileno. Las soluciones entraran en contacto con los catalizadores

nanoestructurados de  $\text{TiO}_2$  y  $\text{TiO}_2$ -grafeno siguiendo la evolución de la reacción por medio de espectroscopia Raman, UV-vis y FTIR *In Situ* y *Operando* en condiciones y tiempo reales de operación, tanto en la relación estructura-actividad del catalizador y los productos finales. Los productos de reacción se podrán además analizar por medio de TOC, cromatografía de líquidos y gases además de que el catalizador se podrá caracterizar al inicio y al final de la reacción.

### **Resultados Esperados.**

Docencia y Formación de recursos humanos. Transmitir el conocimiento generado a los alumnos de licenciatura y posgrado a través de asesorías, seminarios, cursos y conferencias, y con la impartición de clases en Licenciatura y Posgrado.

Investigación. Desarrollar metodologías para la síntesis de materiales funcionales, implementar técnicas y metodologías de análisis para el estudio de reacciones *in situ* y *operando*, emplear métodos de cinéticas de reacción para el desarrollo de mecanismos de fotodegradación de colorantes textiles tipo azo y para reacciones de generación de hidrógeno.

Preservación y difusión de la cultura. Publicar artículos de investigación en revistas internacionales especializadas, participar en foros académicos mediante la presentación de los resultados más relevantes en forma oral y escrita en eventos especializados nacionales e internacionales, impartir conferencias en centros de educación media superior y superior (Licenciaturas y Posgrados)

Colaboraciones. Establecer una colaboración dinámica con diferentes instituciones de educación superior e institutos de investigaciones públicas y privadas, nacionales y extranjeros, con el propósito de formar redes de investigación que consoliden las investigaciones realizadas y promuevan movilidad e intercambio científico y tecnológico.

Fortalecimiento de la infraestructura. Participar en las diferentes convocatorias nacionales (CONACYT, SEP-PROMEP, SENER) e internacionales (convocatorias de organismos extranjeros) con el propósito de conseguir recursos que permitan la adquisición de material y equipos destinados a la investigación y la docencia, así como recursos para el



mantenimiento de la infraestructura existente además de fortalecer lo ya existente. Durante el desarrollo del presente proyecto, se tendrá colaboración con los diferentes miembros del Área de Química de Materiales, tanto profesores como estudiantes de licenciatura y posgrado. Dentro de los resultados esperados se tiene, la asesoría a profesores y alumnos en diferentes técnicas de caracterización espectroscópica, particularmente en técnicas de espectroscopia Raman, UV-vis, FTIR, así como la puesta a punto de sistemas en condiciones de reacción (*Operando*) e *In Situ*, la impartición de seminarios, la difusión de los resultados obtenidos en diferentes foros especializados, así como la publicación de artículos de investigación en revistas especializadas.

### Cronograma de Actividades

<b>Actividad</b>	<b>Trimestre 1</b>	<b>Trimestre 2</b>	<b>Trimestre 3</b>
Cursos de Docencia (licenciatura y/o posgrado)	X	X	X
Síntesis, modificación y Caracterización estructural TiO <sub>2</sub> dopado con Eu, W, B, Ag y sistemas TiO <sub>2</sub> -grafeno	X	X	
Caracterización Microestructural y espectroscópica TiO <sub>2</sub> dopado con Eu, W, B, Ag y TiO <sub>2</sub> -grafeno		X	X
Evaluación de las propiedades, fotoluminiscentes y fotocatalíticas de los catalizadores TiO <sub>2</sub> y TiO <sub>2</sub> -grafeno	X	X	
<b>Participación en seminarios y foros especializados, elaboración de artículos de investigación y colaboraciones</b>	X	X	X
Síntesis, modificación y caracterización estructural de nanopartículas soportadas en monolitos en sistemas TiO <sub>2</sub> y TiO <sub>2</sub> -grafeno		X	
Caracterización microestructural, morfológica y espectroscópica de nanopartículas soportadas en monolitos en sistemas TiO <sub>2</sub> y TiO <sub>2</sub> -grafeno			X
Evaluación de las propiedades fotoluminiscentes y fotocatalíticas de nanopartículas soportadas en monolitos		X	X
<b>Participación en seminarios y foros especializados, elaboración de artículos de investigación</b>	X	X	X

**NOTA:** Durante toda la estancia se estará brindando asesorías a los estudiantes de Licenciatura y Maestría. Además se presentará un informe de avances y resultados así como el trabajo realizado durante el Primer Periodo de Contratación, adjunto a este Proyecto de Trabajo 2015-2016

El trabajo realizado durante el periodo contribuirá a desarrollar y aportar a PROYECTOS DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA CBO15-13 "DISEÑO DE MATERIALES POROSOS Y EVALUACIÓN DE SUS PROPIEDADES CATALÍTICAS Y ADORBENTES"

La gran ventaja de incorporar catalizadores conformados como monolitos, es que permite minimizar los problemas de separación del catalizador en el reactor durante reacción. Así, control óptimo de parámetros de reacción en los catalizadores nanoestructurados  $\text{TiO}_2$  y  $\text{TiO}_2$ -grafeno soportados en el monolito tienden a ser selectivos hacia el producto deseado evitando una oxidación a productos no deseados. La utilización de catalizadores monolíticos permitirá un ahorro de energía ya que en primer lugar se minimizan las pérdidas de carga ocasionadas en reactores de lecho fijo y a su vez permite optimizar las propiedades fluidodinámicas con lo que se espera que podamos superar el límite tecnológicamente vigente de un 60% de rendimiento (con selectividad del 93%) alcanzando, al menos, un 70% de rendimiento. El diseño en monolito permite optimizar la carga de fase activa, por lo que es previsible un ahorro en la cantidad de fase activa incorporada. Por otro lado, el estudio de la distribución de fase activa permitirá distribuir más eficazmente las especies  $\text{TiO}_2$  a lo largo de los canales con un perfil de concentraciones a lo largo del canal, que en combinación con la optimización de propiedades fluidodinámicas permita alcanzar la mejora propuesta de eficacia.

En este proyecto se propone el desarrollo de un nuevo sistema de oxidación de contaminantes para obtener efluentes más amigables con el ambiente mediante el uso de sistemas más eficaces y limpios. Con la consecución de estos objetivos, se pretende reducir drásticamente el volumen de otros compuestos producidos y tener el control de estas emisiones, obtener una tecnología de oxidación que pudiese ser extensiva a otras

reacciones para ofrecer un ambiente más seguro, tanto para la salud de los trabajadores de una planta industrial como para el entorno que la rodea. Además, el empleo de energía de luz solar en la industria lleva asociado intrínsecamente, una serie de ventajas económicas y medioambientales derivados de los procesos industriales empleados para funcionamiento altamente benéficas, los cuales son procesos limpios que requieren operar a elevadas relaciones de flujo y generan subproductos que es necesario separar del producto de interés mediante procesos complicados y costosos. Entre estos subproductos se encuentra la formación de productos sobreoxidados, que tiene un efecto negativo no sólo en la selectividad sino también en el proceso. Todo esto requiere de una gran demanda energética. Si la producción de compuestos inocuos pudiese ser extensiva y viable, además de tener altos rendimientos en producción, se generaría menos emisiones contaminantes por lo que se podría tener procesos limpios amigables con el ambiente y la ecología.

## **PLAN DE AVANCES**

1. Síntesis y preparación de catalizadores nanoestructurados de estos óxidos (Eu, W, B, Sm, Ag) soportados en óxidos  $\text{TiO}_2$  y  $\text{TiO}_2$ -grafeno con alta área superficial, pero también en monolitos multicanales. La utilización de reactores tipo monolito tiene evidentes ventajas que permiten optimizar la selectividad alcanzada a conversiones elevadas, que se derivan de las características de este tipo de catalizadores en los que existe un excelente control de los aspectos térmicos y fluidodinámicos en el lecho catalítico, evitándose la existencia de puntos calientes, canales preferentes y minimizándose las limitaciones difusionales del sistema, dado los pequeños espesores de las paredes de los monolitos.

2. Desde el punto de vista de la ingeniería de la reacción, se plantea la posibilidad de encontrar posible correlaciones entre los parámetros de diseño del monolito (densidad de celdas, longitud de canal, velocidad lineal de paso del fluido, etc,) con los resultados de actividad y selectividad obtenidos, que permitan la optimización de dichos parámetros, así

como el diseño de catalizadores y reactores adecuados para poder alcanzar los objetivos de actividad y selectividad propuestos.

3.- Desde el punto de vista de conocimiento fundamental, esperamos alcanzar a entender en la medida de lo posible, la naturaleza de la fase activa para la oxidación avanzada de estos contaminantes. Qué estructura está presente y cómo participan las especies de  $\text{TiO}_2$  y  $\text{TiO}_2$ -grafeno y los dopantes en la activación de los reactivos y en su evolución. En cuanto a la aplicación de metodologías *In situ* y *Operando*. Se espera que el instrumento para estudios con resolución espacial de un catalizador conformado (monolítico) en reacción utilizando espectroscopias Raman, UV-Vis e infrarrojos *In situ* y *Operando* sea puesto a punto en breve para tratar de determinar la relación estructura-actividad del catalizador. La integración de información espectroscópica espacialmente resuelta con los otros datos de proceso (actividad, selectividad, temperatura y condiciones de reacción) permitirá entender las tendencias estructurales a lo largo de los canales del monolito durante reacción.

4.- Comenzar la puesta a punto e instalación de los equipos de Infraestructura así como establecer los parámetros en el diseño de las reacciones a llevar a cabo con el fin de implementar tanto reacciones de degradación como de generación de hidrógeno.

## **Bibliografía**

1.-Alaton I.A.; Balcioglu I.A.; Bahnemann D.W. Advanced oxidation of a reactive dyebath effluent: comparison of  $\text{O}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ / UV-C and  $\text{TiO}_2$ /UV-A processes. *Water research* 36 (2002) 1143-1154

2.-Tantak N.P.; Chaudhari S. Degradation of azo dyes by sequential Fenton oxidation and aerobic biological treatment. *Journal of Hazardous Materials B* 136 (2006) 698-705

3.-Huseh C.H.; Huang Y.H.; Wang C.C.; Chen C.Y. Photoassisted Fenton degradation of nonbiodegradable azo-dye (Reactive Black 5) over a novel supported iron oxide catalyst at neutral pH. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical* 245 (2006) 78-86

- 4 Arslan I.; Balcioglu I.A.; Tuhkanen T.; Bahnemann D. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV-C and Fe<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV-C versus TiO<sub>2</sub>/UV-A treatment for reactive dye wastewater. *Journal of Environmental Engineering* (2000) 903-911
- 5 Kanmani S.; Thanasekaran K.; Beck D. Studies on decolourization of textile dyeing rinse wastewaters in solar photocatalytic reactor. *Journal of Advanced Oxidation Technologies* 6(2) (2003) 166-175
- 6 Pignatello J.J.; Liu D.; Huston P. Evidence for additional oxidant in the  
A. Kubacka, M. Fernández-García, G. Colón, *Advanced Nanoarchitectures for Solar Photocatalytic Applications*, *Chem. Rev.* 112 (2012) 1555–1614.
- 7 J.G. Li, T. Ishigaki, X. Sun, *Anatase, Brookite, and Rutile Nanocrystals via Redox Reactions under Mild Hydrothermal Conditions: Phase-Selective Synthesis and Physicochemical Properties*, *J. Phys. Chem. C* 111 (2007)4969-4976.
- 8 C. S. Campos, E.R. Spada, F.R. de Paula, F.T. Reis, R.M. Faria, M. L.Sartorellia, *Raman and XRD study on brookite–anatase coexistence in cathodic electrosynthesized titania*, *J. Raman Spectrosc.* 43 (2012) 433-438.

## RICARDO LÓPEZ MEDINA

Miembro del Sistema Nacional de Investigadores SNI Nivel I CONACYT 2015-2017

### FORMACIÓN ACADÉMICA

Instituto de Catálisis y Petroleoquímica (Madrid)

**Estancia Posdoctoral en el Extranjero (CONACYT)**

**2012-2013**

**Obtención catalítica de anhídrido maléico en reactores monolíticos multicanales.**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC)

Tutor: Dr. Pedro Ávila García (CSIC)

Universidad Complutense de Madrid

**Doctorado en Ingeniería Química (AECID)**

**2008-2012**

**Estudio de la oxidación parcial de propano para la obtención de ácido acrílico utilizando catalizadores nanoestructurados**

**MoVNbTeO/  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

Tutor: Prof. Miguel Ángel Bañares González (ICP)

Dra. María Olga Guerrero Pérez (UMA)

Universidad Complutense de Madrid

**Máster en Ingeniería de Procesos Industriales (AECID)**

**2007-2008**

**Estudio de la oxidación parcial de propano para la obtención de ácido acrílico utilizando catalizadores nanoestructurados**

**MoVNbTeO/  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

Tutor: Prof. Miguel Ángel Bañares González (ICP)

Dra. María Olga Guerrero Pérez (UMA)

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco

**Maestría en Ciencias e Ingeniería de Materiales (CONACYT)**

**2004-2006**

**Síntesis de zirconia modificada con óxidos metálicos para su aplicación en la reducción de azufre en hidrocarburos**

Tutor: Prof. Isaías Hernández Pérez (UAM-A)

Dr. Jorge Froylan Palomeque Santiago (IMP)

RICARDO LÓPEZ MEDINA

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco  
Licenciatura en Ingeniería Química 2002  
**Estudio de la desorción de Pb y Cd de desechos de minas y fundidoras**

Tutor: Profa. Mabel Vaca Mier (UAM-A)  
Dr. Julio Flores Rodríguez (UAM-A)

CURSOS IMPARTIDOS

Técnicas de Análisis, Espectroscopia RAMAN (ICP-MADRID) 2012  
Técnicas de Análisis, Espectroscopia RAMAN (ICP-MADRID) 2011  
Técnicas de Análisis, Espectroscopia RAMAN (ICP-MADRID) 2010

EXPERIENCIA COMO PROFESOR

Profesor Asistente (Universidad Autónoma Metropolitana-A) 2005-2006  
**Área de Química Aplicada**

Asistente de Investigación (Universidad Autónoma Metropolitana-A) 2001-2004  
**Área de Química Aplicada**

EXPERIENCIA LABORAL

Coordinador de Control de Calidad.  
**Empaques Modernos San Pablo (GRUPO MODELO)** 2005-2007

Control de Procesos.  
**TECNIPUR** 1992- 2002

ESTANCIAS EN CENTROS DE INVESTIGACIÓN

Universidad Adam Mickiewicz de Poznań, Facultad de Química  
2009

European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), European  
Laboratory for High Energy Physics (CERN) Grenoble, France  
2011

**TÍTULO DE PATENTE (2013)**

**CERTIFICADO-TÍTULO: PROCEDIMIENTO DE OBTENCION DE CATALIZADORES VPO SOBRE SOPORTE CARBONOSO BIOMASICO**

**Nº SOLICITUD 201030506**

**Nº PUBLICACIÓN ES2366843B1**

**SOLICITUD DE PATENTE INTERNACIONAL: METHOD FOR PRODUCING VPO CATALYSTS ON A CARBONACEOUS BIOMASS SUBSTRATE**

**Nº SOLICITUD PCT/ES2011/000106**

**Nº PUBLICACIÓN WO 2011/124733 A1**

**PUBLICACIONES Y ARTÍCULOS**

***Nanoscale Rutile Active Phase in Mo-V-Nb-O Supported Catalysts and its role during the Oxidation of Propane to Acrylic Acid, Ricardo López-Medina, J.L.G. Fierro, M. Olga Guerrero-Pérez, Miguel A. Bañares, *Applied Catalysis A: General* 375 (2010) 55–62*** **2010**

***Surface active sites in alumina-supported MoVNbTeO oxide catalysts, R. López-Medina, H. Golinska, M. Ziolek, M.O. Guerrero-Pérez, M.A. Bañares, *Catalysis Today* 158 (2010) 139-145*** **2010**

***Operando and in situ Raman spectroscopy during catalytic reaction in the liquid phase and for solid-gas reactions***  
***M.A. Bañares, V. Calvino-Casilda, E. Rojas, R. López-Medina, M.O. Guerrero-Pérez, *ACS National Meeting Book of Abstracts**** **2010**



- Designing new V–Sb–O based catalysts on mesoporous supports for nitriles production, H. Golinska, E. Rojas, R. López-Medina, V. Calvino-Casilda, M. Ziolk, M.A. Bañares, M.O. Guerrero-Pérez, *Applied Catalysis A: General*, **380**, (2010), 95-104** 2010
- Structural changes occurring at the surface of alumina-supported nanoscaled Mo–V–Nb–(Te)–O catalytic system during the selective oxidation of propane to acrylic acid, Ricardo López-Medina, J.L.G. Fierro, M. Olga Guerrero-Pérez, Miguel A. Bañares *Applied Catalysis A: General* **406**, (2011), 34-42** 2011
- Lignocellulosic-derived catalysts for the selective oxidation of propane, M. Olga, Guerrero-Pérez, Juana M. Rosas, Ricardo López-Medina, Miguel A. Bañares, José Rodríguez-Mirasol, Tomás Cordero, *Catalysis Communications*, **12**, (2011), 989-992** 2011
- Alumina support-stabilized nanoscaled vanadium–phosphorous mixed oxides as new catalysts for propane ammoxidation, Ewelina Mikolajska, Elizabeth Rojas García, Ricardo López Medina, Anna E. Lewandowska, Jose Luís G. Fierro, Miguel A. Bañares, *Applied Catalysis A: General*, **404**, (2011), 93-102** 2011
- Tuning of Active Sites in Ni\_Nb\_O Catalysts for the Direct Conversion of Ethane to Acetonitrile or Ethylene, Fernando Rubio-Marcos, Elizabeth Rojas, Ricardo López-Medina, M.O. Guerrero-Pérez, M.A. Bañares, José F. Fernandez, *ChemCatChem*, **3** [10], (2011), 1637-1645** 2011
- On the nature of surface vanadium oxide species on carbons M. M. Olga, Guerrero-Pérez, Juana M. Rosas, Ricardo López-Medina, Miguel A. Bañares, José Rodríguez-Mirasol, Tomás Cordero, *Journal of Physical Chemistry C*, **116** [38], (2012), 20396-20403** 2012

*Highly active and selective nanostructured MoVNbTeO catalysts for the propane ammoxidation process, Ricardo López Medina, M. Olga Guerrero Pérez, Miguel A. Bañares, Catalysis Today, 192, (2012), 67-71* 2012

*Spectroscopic Surface Characterization of MoVNbTe Nanostructured Catalysts for the Partial Oxidation of Propane, R. López-Medina, I. Sobczak, H. Golinska-Mazwa, M. Ziolek, M.A. Bañares, M.O. Guerrero-Pérez, Catalysis Today, 187, (2012), 195-200* 2012

*Niobiosilica materials as attractive supports for Sb-V-O catalysts H. Golinska-Mazwa, E. Rojas García, R. López-Medina, M. Ziolek, M.A. Bañares, M.O. Guerrero-Pérez, Topics in Catalysis, 55, (2012), 837-845* 2012

**Posición actual: 2013-2014 Programa de Repatriación de CONACYT  
2014-2015 Profesor Visitante Titular C UAM-Azcapotzalco  
Responsable de Proyecto de Infraestructura CONACYT  
monto 5,000,000 pesos**

#### CONGRESOS

R. López Medina, E. Rojas García, R. Suárez Parra, I. Hernández Pérez, R. Zamorano Ulloa, F. Chávez Rivas, M. May Lozano. "Structure and Catalytic Performance of Mixed Oxide Nanostructures for the Oxidative Desulphurization of Diesel Fuel with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>" **Catalytic Processes on Advanced micro and Mesoporous Materials. Nessebar (Bulgary). 2005**

R. López Medina, E. Rojas García, R. Suárez Parra, I. Hernández Pérez, R. Zamorano Ulloa, F. Chávez Rivas, M. May Lozano. **WOx – ZrO<sub>2</sub> as Catalyst for Oxidative Desulfurization of diesel. Praga (Czech Republic). 2005**

R. López Medina, E. Rojas García, I. Hernández Pérez, F. Chávez Rivas, M. May Lozano. "Efecto de Sustancias Básicas y Ácidas en una Reacción de Oxidación Catalizada." **Mexican Congress on Chemical Reaction Engineering (MCCRE-2006)**

RICARDO LÓPEZ MEDINA

E. Rojas García, **R. López Medina**, R. Suárez Parra, I. Hernández Pérez, M. May Lozano. "Synthesis, Characterization and Catalytic Testing of W/MCM-41 Mesoporous Materials." **Fifth International Conference on Inorganic Materials. Ljubljana (Slovenia), 2006**

**OPERANDO III**, Third International Conference on Operando Spectroscopy: "Operando Raman-GC study of Mo-V-Nb-O catalytic system during the selective oxidation of propane to acrylic acid" **R. López Medina**, M.O. Guerrero-Pérez, M.A. Bañares, Rostock, **Germany**, April 19-23, 2009

**EUROPACAT IX**, European Conference on Catalysis, "Nanoscaled Mo-V-Nb-O Rutile Active Phase during the Oxidation of Propane to Acrylic Acid", **R. López Medina**, M.O. Guerrero Pérez, M.A. Bañares, Salamanca, Spain, August 30–September 4, 2009

**COST Chemistry D36 3rd Workshop and 5th Management Committee Meeting** "Nanostructured MoVNbTeO Oxide Catalysts for Selective Oxidation Reactions" **R. López Medina**, M.O. Guerrero Pérez, M.A. Bañares, Benahavis, Málaga, **Spain**, 21-23 October, 2009

**NANOSPAIN 2010**: "New highly active and selective nanostructured oxide catalysts" M.O. Guerrero Pérez, **R. López Medina**, M.A. Bañares, Málaga, **Spain**, 23-26 March, 2010.

**International Congress on G5 Elements**. "Propane ammoxidation on alumina-stabilized nanoscaled MoVNbTeO oxide catalysts" **R. López-Medina**, M.O. Guerrero-Pérez, M.A. Bañares, Rimini, Italy, 8-11 May, 2011

**X REUNION DEL GRUPO ESPAÑOL, DEL CARBÓN**. "Carbon Activado como Soporte catalítico capaz de modular la estructura de especies de Óxido de Vanadio, Girona, 2010

**COST Chemistry D36 4th Workshop** "Propylene and Oxygen adsorption FTIR study over Nanostructured MoVNb(Te)O catalysts" **R. López Medina**, M.O. Guerrero Pérez, M.A. Bañares, Fuengirola, Málaga, Spain, 18-20 May, 2011

**EUROPACAT X**, Catalysis across the disciplines, "New Highly Active And Selective Nanosized M1 Based Catalysts" **R. López-Medina**, M.O. Guerrero-Pérez, M.A. Bañares, Glasgow, Scotland, 28 August- 2 September, 2011

A New and Highly Active and Selective Vanadium Carbon based Catalysts, **The Annual World Conference on Carbon, Clemson University**, July 11-16, 2010, M. Olga Guerrero Pérez, **Ricardo López-Medina**, Miguel A. Bañares.

Lignocellulosic-derived mesoporous materials: an answer to manufacturing non-expensive catalysts useful for the biorefinery processes, M.O. Guerrero-Pérez, J.M. Rosas, **R. López-Medina**, M.A. Bañares, J. Rodríguez-Mirasol, T. Cordero, **CATBIOR**, Torremolinos, Málaga, España, 2-5 de Octubre de 2011

RICARDO LÓPEZ MEDINA

MCM-41 and MCM-48 as supports for V, Sb, Nb-oxide phases – towards attractive catalysts of propane and glycerol ammoxidation”, **16th International Zeolite Conference**, H. Golinska, E. Rojas, R. López-Medina, V. Calvino-Casilda, M. A. Bañares, M.O. Guerrero-Pérez, M. Ziolek, Sorrento (Italia), 4-9 julio, 2010

Operando and in situ Raman spectroscopy during catalytic reaction in the liquid phase and for solid gas reactions, **240th ACS National Meeting**, M.A. Bañares, V. Calvino-Casilda, E. Rojas-García, R. López-Medina, O. Guerrero-Pérez, Boston (MA, USA), 22-26 agosto, 2010.

Real-time Raman Spectroscopy during reaction: the Operando approach as a tool to understanding and control catalysis”, **The 13th Asia Pacific Confederation of Chemical Engineering Congress**, M.A. Bañares, V. Calvino-Casilda, A.E. Lewandowska, M.O. Guerrero-Pérez, J. Prieto, C. Goberna-Selma, R. López-Medina, E. Rojas, E.J. Mikojajska, M.J. Valero-Pedraza, Taipei (Taiwan), 5-8 octubre, 2010