



Comenzamos en breve, a las 1 CDT / 2 EDT

La Generación de Combustibles Solares Mediante Procesos Fotoinducidos para el Reemplazo del Uso de Combustibles Fósiles



La generación de combustibles solares mediante procesos fotoinducidos es una de las alternativas futuras más prometedoras que podrían contribuir al reemplazo del uso de combustibles fósiles. La conversión fotocatalítica del H_2O para la producción de hidrógeno (H_2) para su uso como vector energético y la reducción fotocatalítica de CO_2 para la generación de combustibles líquidos o gaseosos (hidrocarburos de cadena corta y productos oxigenados), tales como: metano, monóxido de carbono, metanol, ácido fórmico y formaldehído (HCHO), son dos de los procesos más atractivos, y a la vez, que involucran grandes retos científicos.

Lo Que El Público Aprenderá

- Procesos de fotoconversión del agua en H_2 y O_2 y en la reducción fotocatalítica del CO_2
- Influencia del método de síntesis de óxidos cerámicos y variaciones cristaloquímicas de estos materiales en la eficiencia fotocatalítica de estos dos procesos
- El uso de un co-catalizador para mejorar el transporte de cargas y lograr una mayor actividad fotocatalítica

Ponente y Moderadora



Dra. Leticia Myriam Torres Guerra
Directora General,
Investigación en Materiales Avanzados
S.C. (CIMAV)



Dra. Maria del Jesus Rosales Hoz
Profesora Investigadora,
Departamento de Química, Cinvestav

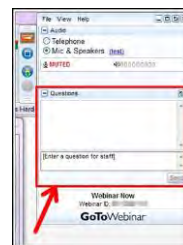
El Cuadragésimouno Webinar en Español auspiciado por ACS y SQM

<https://www.acs.org/content/acs/en/acs-webinars/spanish/procesos-fotoinducidos.html>

1



¿Tiene preguntas para el ponente?



“¿Por qué he sido “silenciado”?”

No se preocupe. Todo el mundo ha sido silenciado, excepto el ponente y la moderadora. Gracias, y disfruten de la presentación.

Escriba y someta sus preguntas durante la presentación

2



¿Está en un grupo hoy viendo el webinar en vivo?



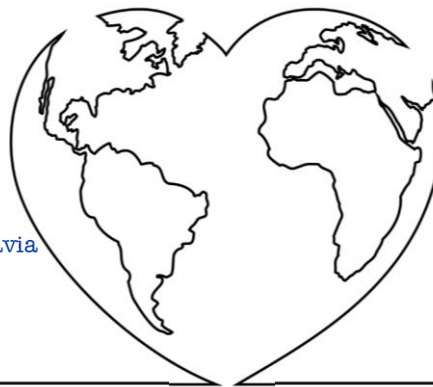
Díganos de dónde son ustedes y cuántas personas están en su grupo!

3



Por el **amor a la química** venimos de todos partes...

- | | |
|------------------|-------------------------|
| ✓ Alemania | ✓ Honduras |
| ✓ Argentina | ✓ India |
| ✓ Bolivia | ✓ Isla de Navidad |
| ✓ Brasil | ✓ Italia |
| ✓ Canadá | ✓ México |
| ✓ Chile | ✓ Paraguay |
| ✓ Colombia | ✓ Perú |
| ✓ Costa Rica | ✓ Portugal |
| ✓ Ecuador | ✓ Puerto Rico |
| ✓ España | ✓ República de Moldavia |
| ✓ Estados Unidos | ✓ Uruguay |
| ✓ Guatemala | ✓ Venezuela |



Hoy tenemos representantes de **25 países**

4

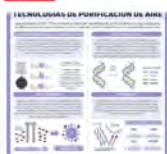


C&EN EN ESPAÑOL

C&EN pone a su disposición traducciones al español de sus artículos más populares.

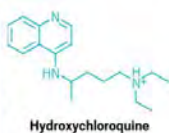
Spanish translations of C&EN's best weekly chemistry news.

Show all 2021 2020 2019 2018 2017 2016 2015



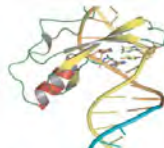
Infografías Periódicas: Comparación de cómo las tecnologías de purificación de aire atrapan y atacan los virus

Andy Brunning, educador químico y bloguero de Compound Interest, explica la ciencia que sustenta la manera en que varios métodos de purificación de aire eliminan virus como el SARS-CoV-2.



Los antivirales que no fueron: los medicamentos destinados a tratar la COVID-19 produjeron resultados contrapuestos

Un tipo de compuestos convencionales llevan a la ruptura celular en lugar de parar el virus.



Científicos identifican un posible mecanismo molecular del síndrome de Rett

Epigenetas dan con el vínculo entre las repeticiones de ADN metilado y la proteína implicada en un raro trastorno genético.



Científicos divididos por el nuevo fármaco para el Alzheimer de Biogen

La FDA (la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos) aprobó el Aduhelm basándose en su capacidad para reducir las placas de β -amiloide en el cerebro. Muchos investigadores piensan que fue una decisión equivocada.

Queremos hacer de la ciencia de vanguardia más accesible a la comunidad química de habla española, y esta es nuestra contribución. Le da a los nacidos en España, América Latina, o los EE.UU., pero cuyo primer idioma es el español la oportunidad de leer este contenido en su lengua materna. Esperamos que les guste y sea de su utilidad.



Dr. Bibiana Campos Seijo
Editora en Jefe, C&EN

<http://bit.ly/CENespanol>

5



Beneficios de la Afiliación al ACS

c&en
CHEMICAL & ENGINEERING NEWS

Chemical & Engineering News (C&EN)
The preeminent weekly news source



ACS Webinars Archive of Recordings®
ACS Member only access to over 250 edited chemistry themed webinars. www.acswebinars.org



NEW! ACS Career Navigator
Your source for leadership development, professional education, career services, and much more

<http://bit.ly/ACSnewmember>

6



SOCIEDAD QUÍMICA
DE MÉXICO, A.C.
"La química nos une"



Sociedad Química de México



Sociedad Química de México, A.C.
"La química nos une"

Desde sus comienzos de la Sociedad Química de México, se buscaba un emblema sencillo, no demostrar partidismo alguno y significar al gremio, debería representar un símbolo no sólo para los químicos, sino también para ingenieros, farmacéuticos, metalurgistas, en fin que englobe e identifique por igual a los científicos en todas sus áreas de la ciencia química.

www.sqm.org.mx

7



Mantente actualizado sobre la industria de la química
y sus ciencias afines en la región

Suscríbete al Newsletter de CAS Hispanoamérica

Para darte de alta, puedes enviarnos un correo electrónico a
acsihispanoamerica@acs-i.org

¡Hasta pronto!
www.cas.org

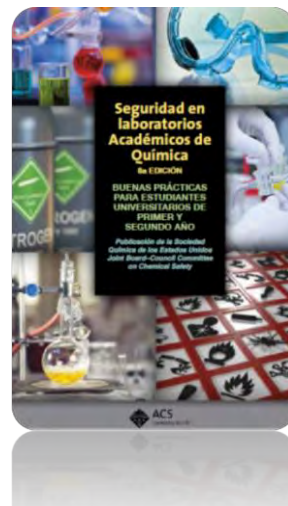
acsihispanoamerica@acs-i.org

8

Recursos del ACS en Español: Educación sobre Seguridad en el Laboratorio



- Seguridad en los laboratorios Académicos de Química para estudiantes Universitarios de Primer y Segundo año.
- Videos sobre RAMP para estudiantes de escuela secundaria (pero también pueden utilizarse para estudiantes universitarios) con subtítulos en español:
 - **Mentalidad de Seguridad**
 - **Hoja de datos de seguridad (SDS)**
 - **¿Cómo vestirse apropiadamente en un laboratorio? Y equipo de protección personal (EPP)**
 - **Preparándonos para emergencias**
 - **RAMP (Para Estudiantes)**
 - **RAMP (Para Educadores)**



<https://www.acs.org/content/acs/en/chemical-safety/resources/spanish-language-safety-resources.html>

South Eastern Regional Meeting American Chemical Society



LA CONVOCATORIA PARA SYMPOSIA ESTÁ ABIERTA

para más información
INGRID.MONTES2@UPR.EDU

<http://www.sermacs2022.org>



Congreso Internacional

de la Sociedad Química de México 2021

"Al ritmo de nuevos tiempos"

Registro para asistentes
abierto*

Del 30 de agosto al 3 de septiembre de 2021

Conferencias Plenarias

 <p>DENSITY FUNCTIONALS AND PAIR-DENSITY FUNCTIONAL THEORY Prof. Donald G. Truhlar Regents Professor, Chemical Theory Center, Department of Chemistry, University of Minnesota, USA.</p>	 <p>NANOSTRUCTURED CATALYSTS: FROM THE LAB TO THE MARKET Prof. Javier García Martínez President-Elect IUPAC, Department of Inorganic Chemistry, University of Alicante, Spain.</p>	 <p>POWERING METAL-FREE CATALYSTS DEVELOPMENT FOR RENEWABLE ENERGY PROCESSES THROUGH THE RATIONAL BOTTOM-UP TAILORING OF C-NETWORKS SURFACE PROPERTIES Dr. Giuliano Giambastiani, Research Director at the Institute of Chemistry of OrganoMetallic Compounds - ICCOM-CNR (Italy) and at the Institut de chimie et procédés pour l'énergie, l'environnement et la santé ICPEES- CNRS (France)</p>
 <p>CHEMICAL TOOLS TO VISUALIZE BIOLOGICAL PROCESSES Prof. Pablo Rivera Fuentes Laboratory of Chemical and Biological Probes, École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Switzerland.</p>	 <p>ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY OF ARSENIC IN MINING ZONES Prof. María Aurora Armienta Investigadora Titular C. Responsable del Laboratorio de Química Analítica del Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México.</p>	

Cursos y Talleres

 <p>TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO SOBRE FOTOREACCIÓN CAD, Osvaldo Javier Quintana Romero CINVESTAV Unidad Zacatenco MBA, Ruth Eréndira Abúndez García Merck</p>	 <p>TALLER DE EMPRENDIMIENTO PARA QUÍMICOS: ¿POR DÓNDE COMENZAR? Mtra. Marcela Castillo Figa, Oficina de vinculación IQ-UNAM. Mtro. Carlos Maynor Salinas Santano. CamBioTec A.C.</p>	 <p>LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PYTHON BÁSICO PARA CIENCIAS QUÍMICAS Dr. Jorge Luis Rosas Trigueros Dra. Rosaura Palma Orozco Escuela Superior de Cómputo (ESCOM)-IPN</p>
 <p>LA QUÍMICA Y LA PRUEBA DE PROTEÍNA REACTIVA PCR Dra. María del Carmen Cárdenas Aguayo, Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina la UNAM.</p>		

CISQM2021
congresos@sqm.org.mx
*Consulta: www.sqm.org.mx



CONVOCATORIA

La Sociedad Química de México, A.C. convoca a proponer a candidatos al:



Premio Nacional de Química

"Andrés Manuel del Río"

Edición 2021

Áreas:

- Académica
 - Investigación
 - Docencia. Nivel Superior
 - Docencia. Nivel Medio Superior*
- Tecnológica
 - Desarrollo Tecnológico



Fecha límite para la recepción de candidaturas: 30 de septiembre de 2021

Consulta las bases en www.sqm.org.mx

*Nos complace anunciar por primera vez el premio en esta área.



PRÓXIMAMENTE



2º Congreso Internacional de Educación Química-en línea:

*“La enseñanza de la química en los tiempos Covid
y su relación con la divulgación, la historia y la
filosofía de la ciencia”*

Del 24 al 27 de noviembre de 2021



SOCIEDAD QUÍMICA
DE MÉXICO, A.C.
“La química nos une”

congresos@sqm.org.mx

www.sqm.org.mx



SOCIEDAD QUÍMICA
DE MÉXICO, A.C.
“La química nos une”



La Generación de Combustibles Solares Mediante Procesos
Fotoinducidos para el Reemplazo del Uso de Combustibles Fósiles



Dra. Leticia Myriam Torres Guerra
Directora General, Centro de Investigación en
Materiales Avanzados S.C. (CIMA-V)



Dra. Maria del Jesus Rosales Hoz
Profesora Investigadora, Departamento de Química,
Cinvestav

Las imágenes de la presentación están disponibles para descargar ahora desde el panel de GoToWebinar

<https://www.acs.org/content/acs/en/acs-webinars/spanish/procesos-fotoinducidos.html>

El Webinar de hoy esta auspiciado por la Sociedad Química de México y the American Chemical Society

14

La Generación de Combustibles Solares Mediante Procesos Fotoinducidos para el Reemplazo del Uso de Combustibles Fósiles

Leticia M. Torres-Martínez

Agosto 2021

15



Contenido

- | | |
|---|---|
| 01 Líneas de investigación
Misión | 02 Materiales fotocatalíticos
Métodos de síntesis y caracterización |
| 03 Sistema $\text{Na}_2\text{Zr}_x\text{Ti}_{6-x}\text{O}_{13}$
($x = 0,1$) - MO (M=Cu, Ni)
Y su aplicación en la producción de H_2 | 04 Comparación de las actividades fotocatalíticas de las fases isoestructurales $\text{Na}_2\text{Zr}_x\text{Ti}_{6-x}\text{O}_{13}$, $\text{Na}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$, $\text{Ba}_3\text{Li}_2\text{Ti}_8\text{O}_{20}$ y $\text{K}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$ |
| 05 Fases con túneles rectangulares
Y su aplicación en la fotoconversión de CO_2 | 06 Conclusiones
Perspectivas de las investigaciones. |

16

01



Misión

Contribuir significativamente a la investigación científica, innovación y desarrollo tecnológico en las áreas de la energía renovable, materiales avanzados, agua y medio ambiente, que coadyuven a minimizar los efectos del cambio climático.

17

Diez problemas de la humanidad para los próximos 50 años

- 1 **ENERGÍA**
- 2 **AGUA**
- 3 Comida
- 4 **MEDIO AMBIENTE**
- 5 Pobreza
- 6 Terrorismo
- 7 Enfermedades
- 8 Educación
- 9 Democracia
- 10 Población



Comunicaciones Nacionales de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 2015.

18

Algunas áreas de investigación para el suministro de energía a futuro



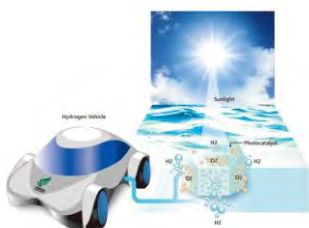
Las tecnologías de energía sostenible están al alcance

19

Procesos fotoinducidos de interés

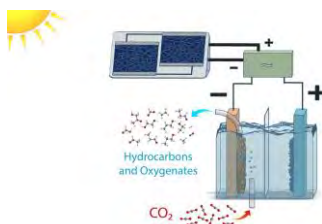
PRODUCCIÓN DE VECTORES ENERGÉTICOS: Water splitting

Foto(electro)conversión de H_2O : Generación de H_2



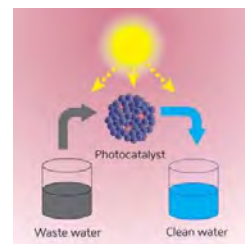
CAPTURA Y FOTOCONVERSIÓN DE CO_2

Producción de combustibles con bajo contenido de carbono: CH_3OH , CH_4 , $HCHO$, $HCOOH$.



REMEDIACIÓN AMBIENTAL: Agua y Aire

- Degradación de compuestos orgánicos y emergentes en agua.
- Fotooxidación de gases de efecto invernadero.



20

Factores considerados en la Fotocatálisis



21

Nuestros esfuerzos se han enfocado en:

Síntesis de nuevos materiales

Uso de diagramas de fases

01

Establecer correlaciones

entre la estructura cristalina y la microestructura con las propiedades fotocatalíticas.

02

03

Diseño de nuevos métodos de síntesis

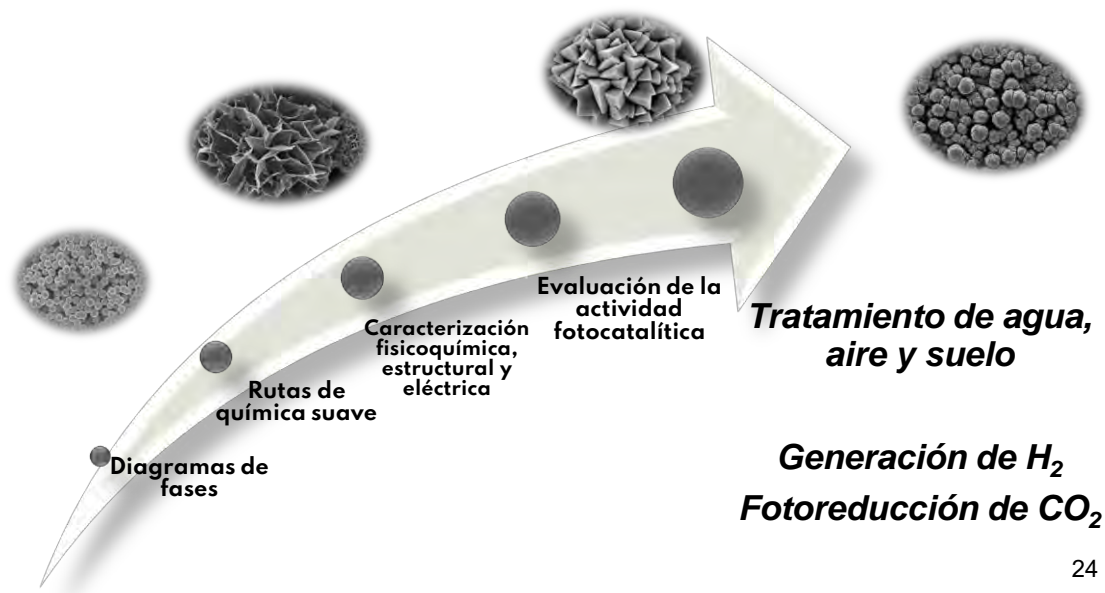
Rutas de síntesis suaves para la obtención de materiales de alta pureza y propiedades fisicoquímicas específicas.

22



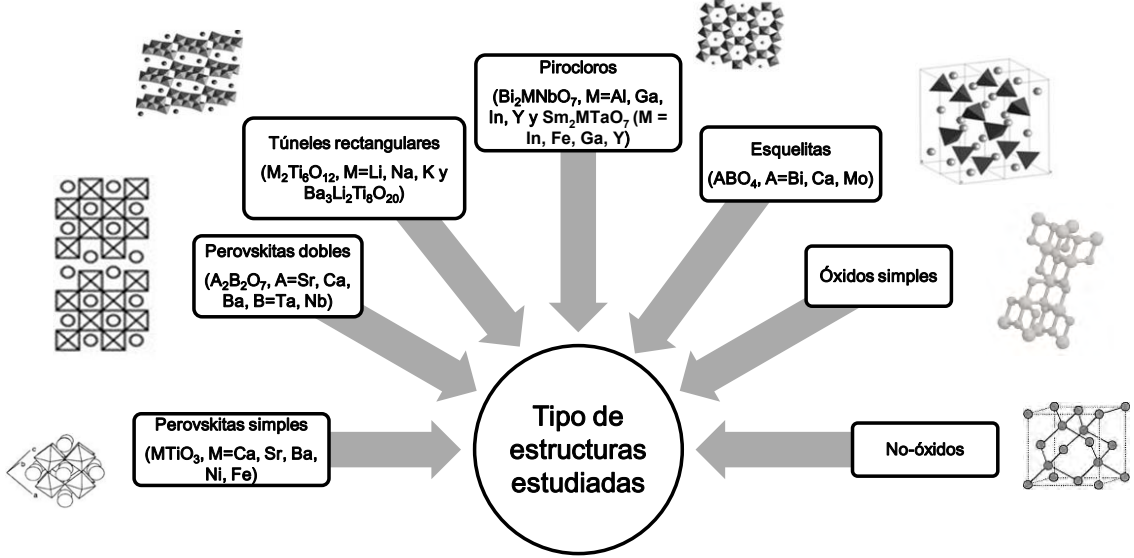
23

Síntesis de nuevos materiales



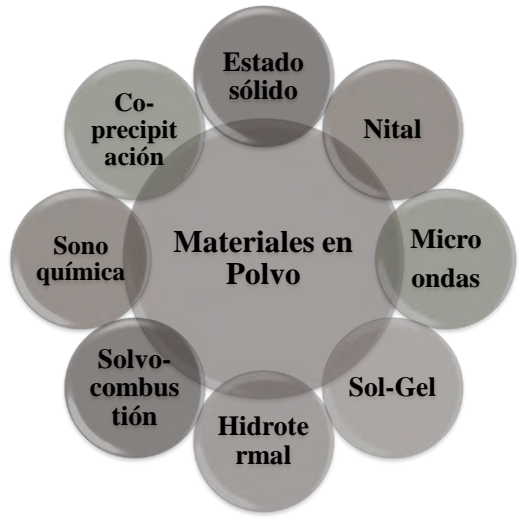
24

02 Fotocatalizadores estudiados

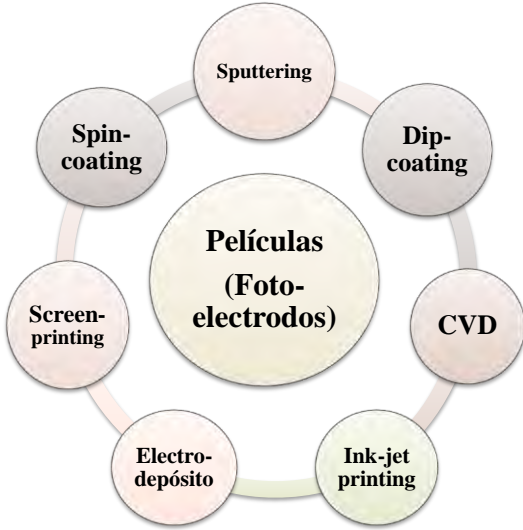


25

MÉTODOS DE PREPARACIÓN DE MATERIALES EN POLVO

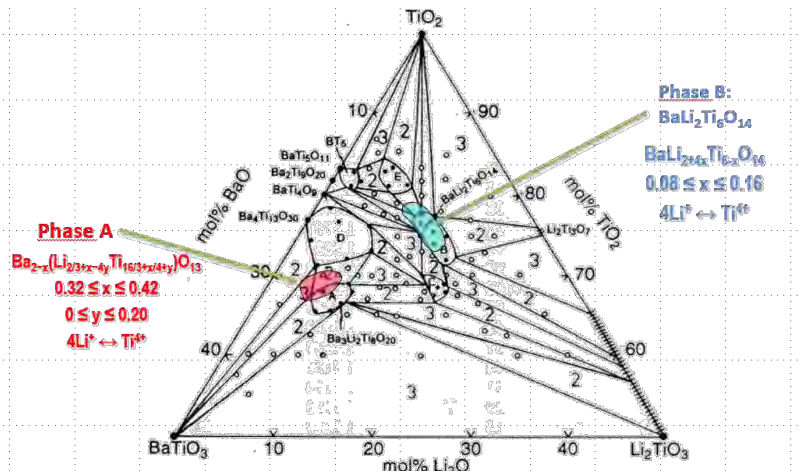
26



MÉTODOS DE PREPARACIÓN DE MATERIALES EN PELÍCULA

27

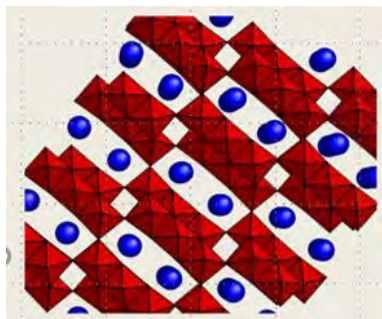
Sistema BaO – Li₂O – TiO₂



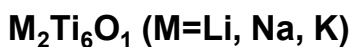
Phase Formation and Electrical Properties in the System BaO-Li₂O-TiO₂. Leticia M. Torres-Martínez, et al. Journal of Materials Chemistry, 1994, 4(1), 5-8.

28

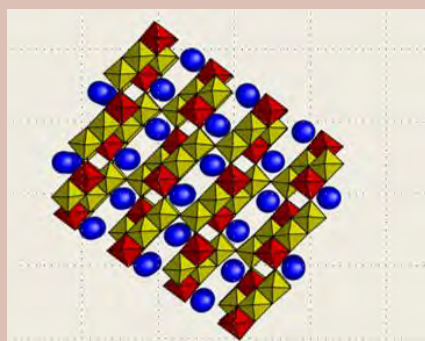
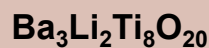
Titanatos con estructura de túneles rectangulares



Inoue, et al.



Se observó un incremento en la actividad fotocatalítica en el siguiente orden: Na > K > Rb.

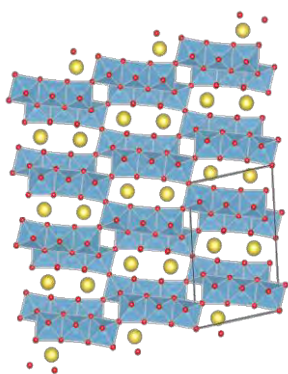


Torres-Martínez, et al.

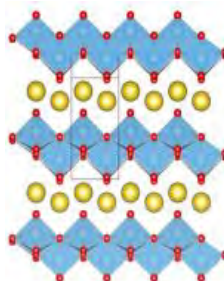
Distancias interatómicas más grandes que en materiales $M_2Ti_6O_{13}$ debido a los cationes más grandes en los túneles. Por esta razón, los octaedros TiO_6 están más distorsionados.

29

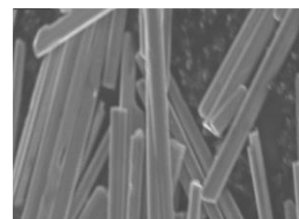
Titanatos con fórmula general $A_2Ti_nO_{2n+1}$



Estructura cristalina de tipo túneles rectangulares



Estructura laminar [12]



Microestructura unidimensional (1D) [13]



Octaedros TiO_6

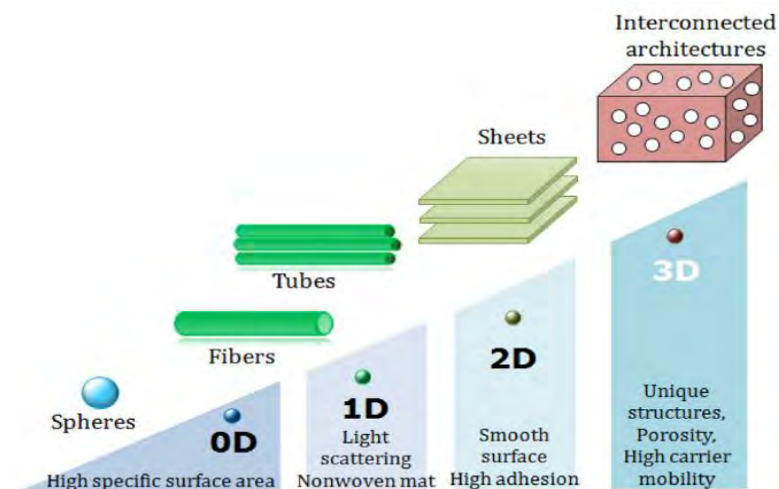


Metal alcalino o alcalinotérreo

[12] AA. Araújo-Filho, et al. J. Solid State Chem., 250 (2017) 68.
[13] H. Yoshida, et al., Catal. Today, 232 (2014) 158.

30

Efecto de la dimensionalidad de los materiales en sus propiedades



Tahir, M. and N.S. Amin, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2013, 25: p. 560-579

31

Encuesta Para La Audiencia

RESPONDER A LA PREGUNTA HACIENDO
CLICK EN BREVE EN LA PANTALLA AZUL

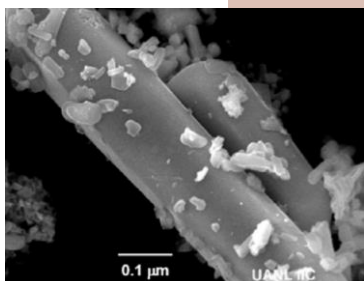


¿Cual es el elemento en común y fundamental para todos los procesos fotoinducidos?

- Luz UV ó Visible
- Material con estructura 1D
- Material con túneles rectangulares
- Material fotocatalítico

32

03



Water splitting fotocatalítico usando nanobelts de $\text{Na}_2\text{Zr}_x\text{Ti}_{6-x}\text{O}_{13}$ ($x = 0, 1$) modificados con co-catalizadores y su comparación con fases isoestructurales.

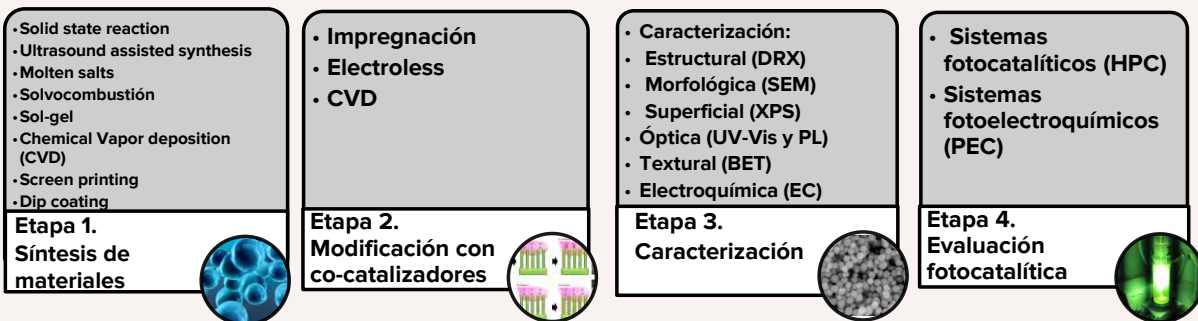
33

Objetivo

En este trabajo se reportó por primera vez la síntesis de nanobelts de $\text{Na}_2\text{Zr}_x\text{Ti}_{6-x}\text{O}_{13}$ ($x = 0,1$) por el método de solvocombustión, la modificación de su superficie con óxidos metálicos MO ($M=\text{Cu}, \text{Ni}$) y su evaluación fotocatalítica en la reacción de water splitting.

34

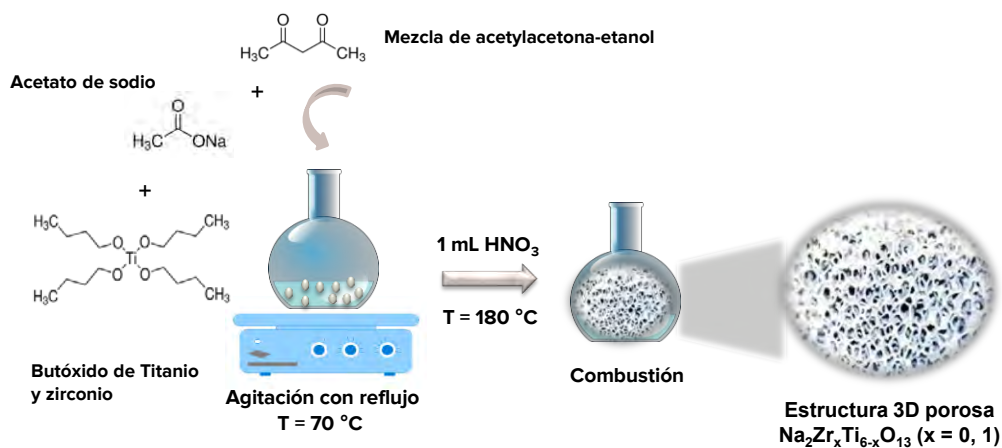
Metodología general



35

Metodología experimental

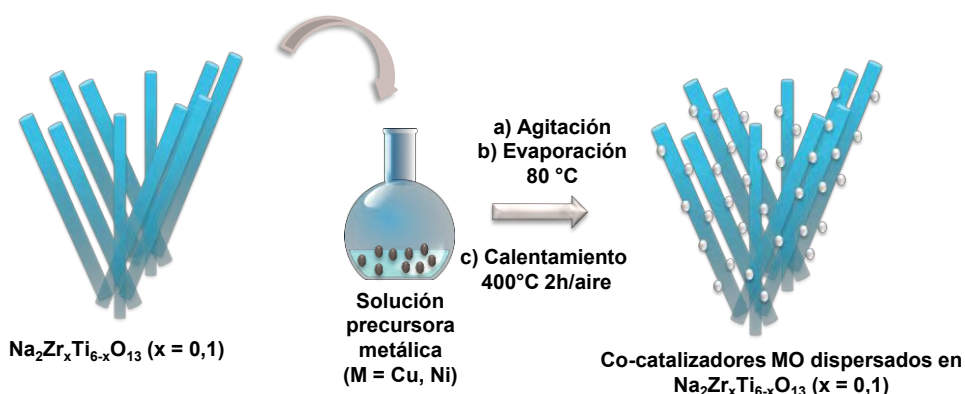
Síntesis de $\text{Na}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$ por el método de solvocombustión



36

Metodología experimental

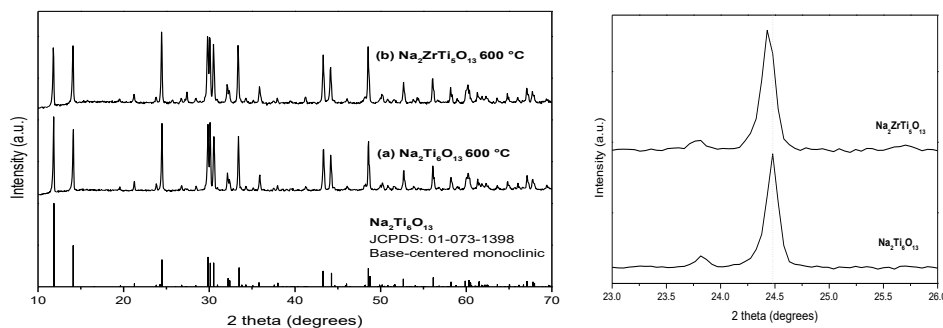
Modificación de fotocatalizadores $\text{Na}_2\text{Zr}_x\text{Ti}_{6-x}\text{O}_{13}$ ($x=0,1$) con co-catalizadores de óxidos simples MO ($M=\text{Cu}, \text{Ni}$)



37

Resultados: Difracción de rayos-X

(a) X-ray diffraction patterns of $\text{Na}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$ and $\text{Na}_2\text{ZrTi}_5\text{O}_{13}$ obtained at 600 °C and (b) Inset of the peak at $2\theta \sim 24.5$.



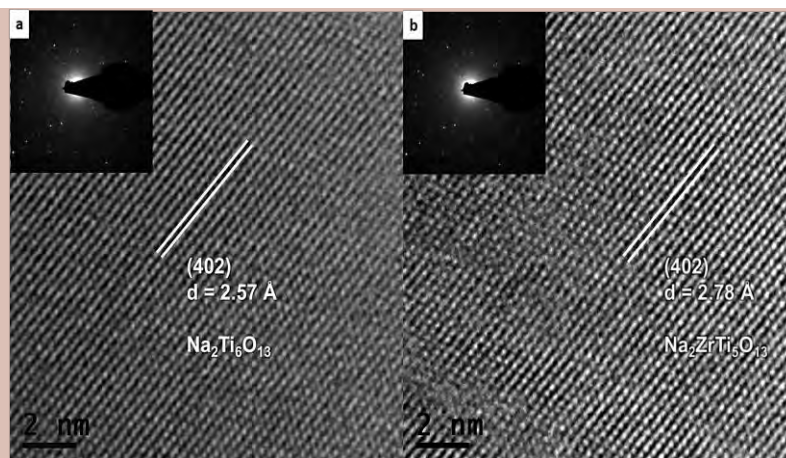
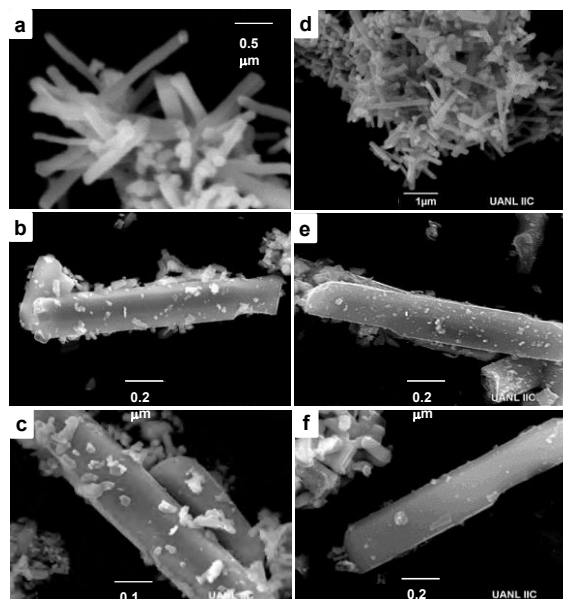
Parámetros cristalográficos obtenidos con refinamiento Rietveld de las muestras $\text{Na}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$ y $\text{Na}_2\text{ZrTi}_5\text{O}_{13}$.

Material	Lattice constants			
	a (Å)	b (Å)	c (Å)	β (°)
$\text{Na}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$	15.1310	3.7450	9.1590	99.3000
$\text{Na}_2\text{ZrTi}_5\text{O}_{13}$	15.1961	3.7514	9.1654	99.1860

38

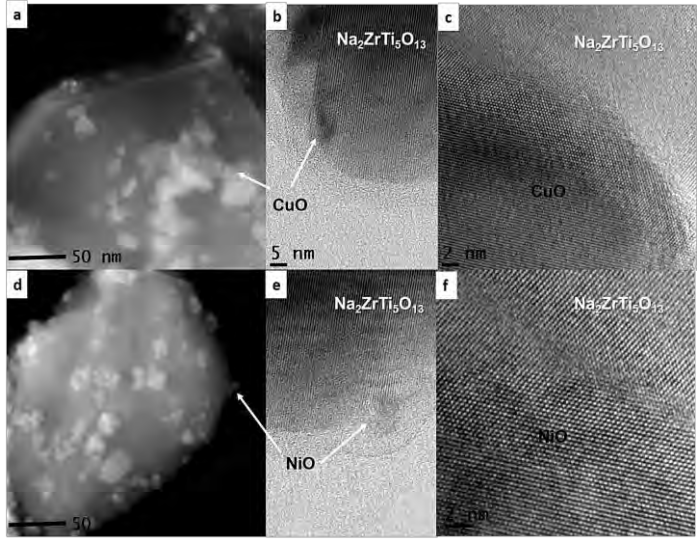
Micrografías de:

- (a) $\text{Na}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$,
- (b) $\text{Na}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}\text{-NiO}$,
- (c) $\text{Na}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}\text{-CuO}$,
- (d) $\text{Na}_2\text{ZrTi}_5\text{O}_{13}$,
- (e) $\text{Na}_2\text{ZrTi}_5\text{O}_{13}\text{-NiO}$
- (f) $\text{Na}_2\text{ZrTi}_5\text{O}_{13}\text{-CuO}$.



Imágenes HRTEM de: (a) $\text{Na}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$ y (b) $\text{Na}_2\text{ZrTi}_5\text{O}_{13}$.

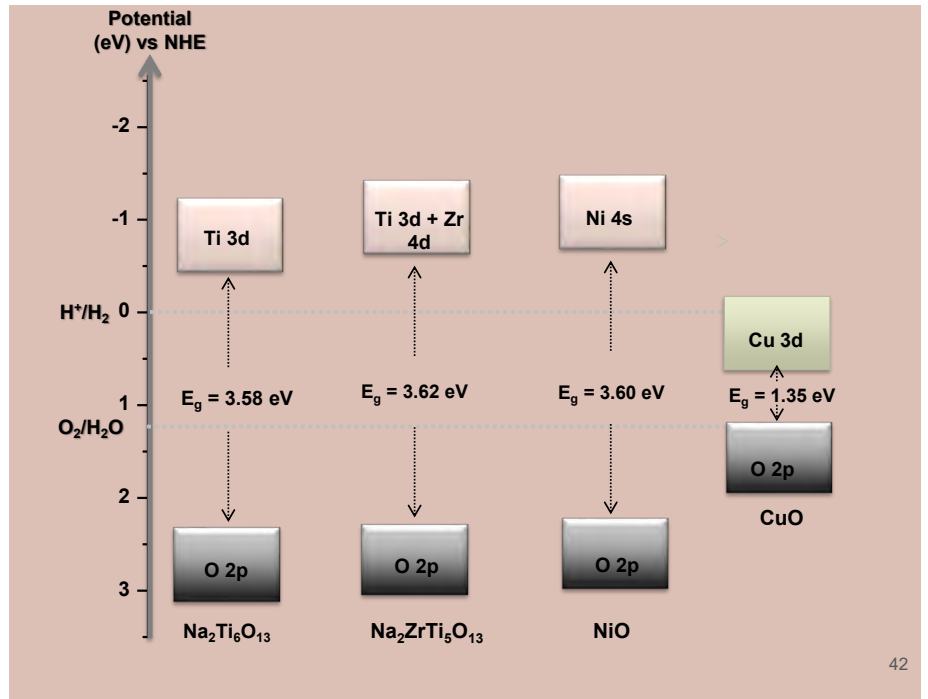
Microscopía electrónica de transmisión de $\text{Na}_2\text{Ti}_5\text{ZrO}_{13}$ modificada con (a-c) CuO and (d-f) NiO.



41

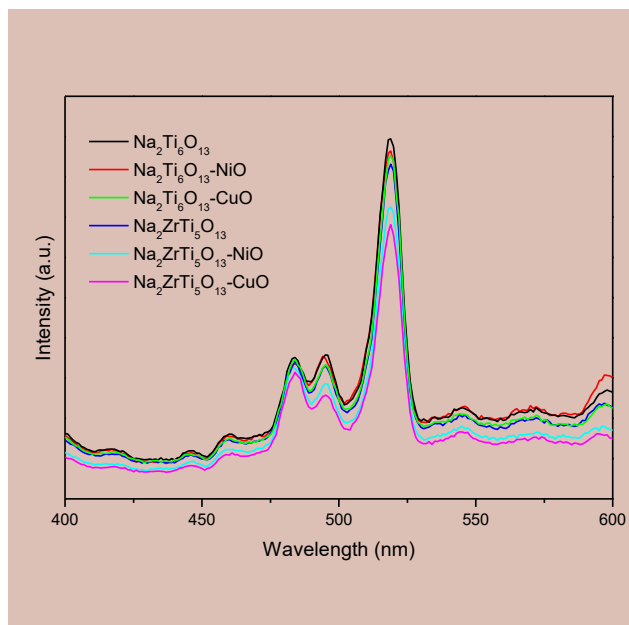
Diagramas de bandas

Propuestos



42

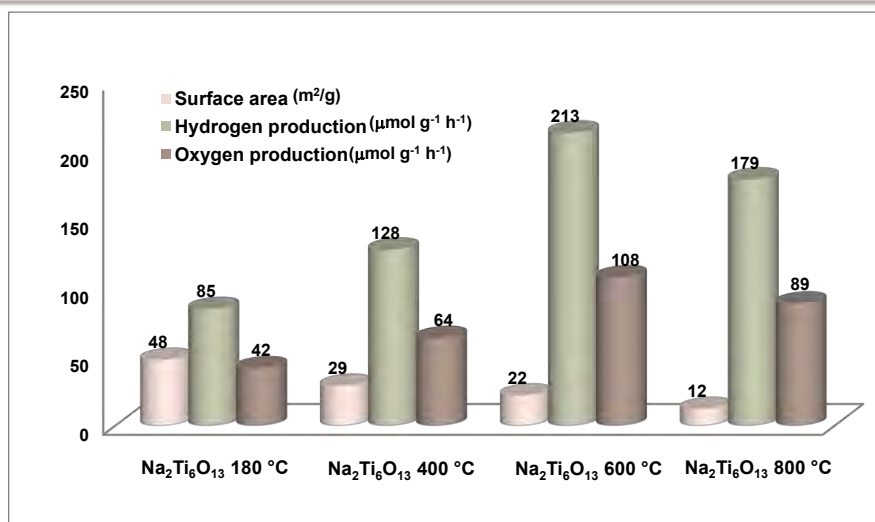
Espectroscopía de fotoluminiscencia



43

Actividad fotocatalítica

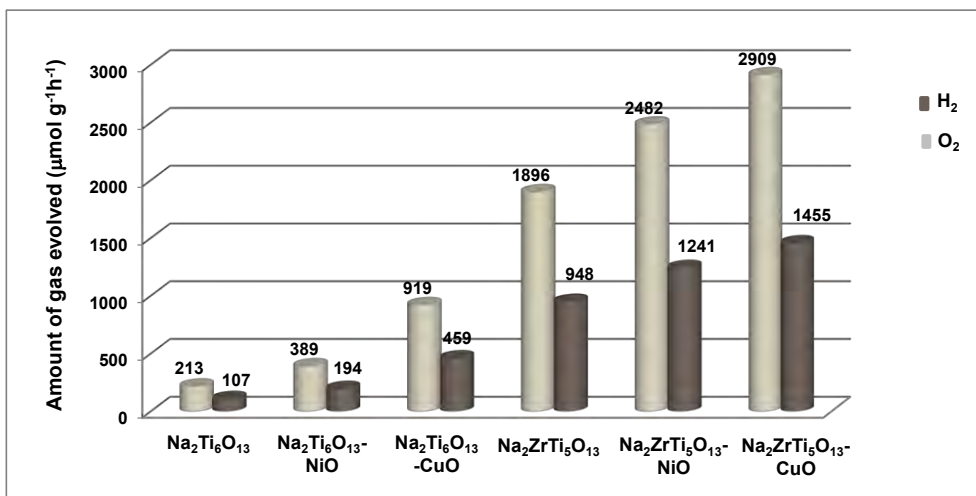
Producción de H_2 y O_2 promedio generada bajo irradiación UV. Se incluyen valores de área superficial de las muestras $Na_2Ti_6O_{13}$ calcinadas a diferentes temperaturas.



44

Actividad fotocatalítica

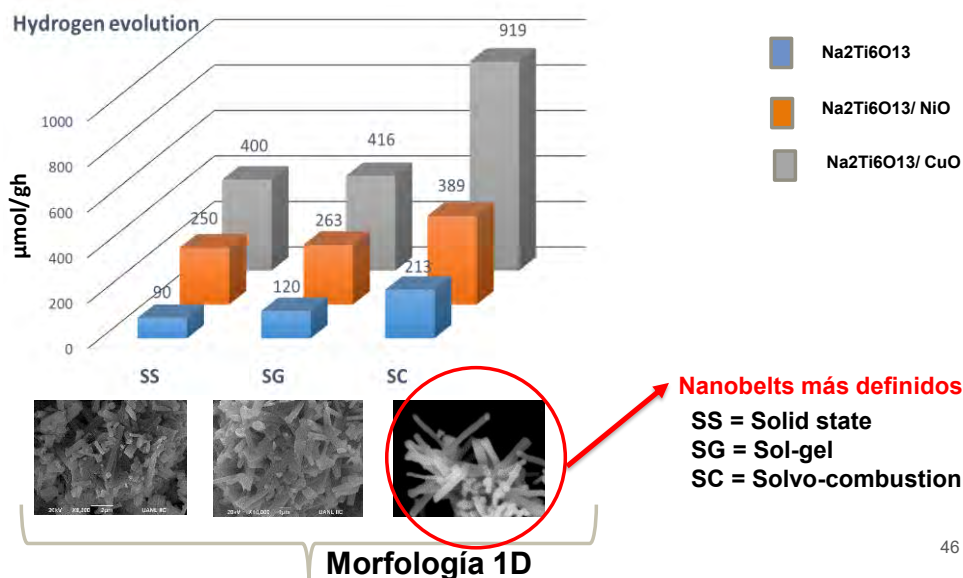
Resumen de la producción de H_2 y O_2 promedio generada bajo irradiación UV con las muestras pura y modificada de $Na_2Zr_xTi_{6-x}O_{13}$ ($x = 0, 1$).



45

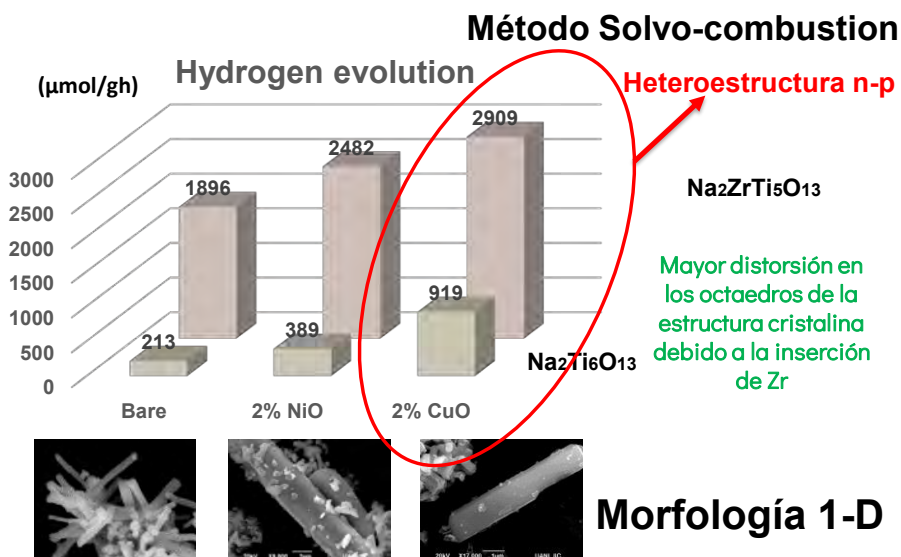
Resultados globales

$Na_2Ti_6O_{13}$



46

Resultados globales: $\text{Na}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$ vs $\text{Na}_2\text{ZrTi}_5\text{O}_{13}$



47

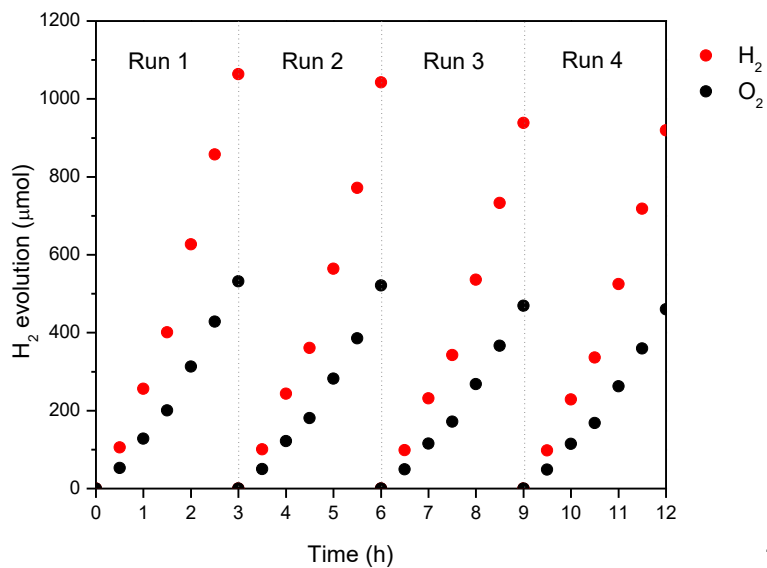
Resumen

Fotocatalizador	Método de síntesis	H_2 ($\mu\text{mol g}^{-1}\text{h}^{-1}$)	Tipo de irradiación	Referencia
$\text{Na}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$	Solid state	0.4	Xe lamp	[26]
0.23% RuO_x - $\text{Na}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$		29.2	400 W	
1% RuO_2 - $\text{Na}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$	Solid state	70	Xe lamp 400 W	[27]
$\text{Na}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$	Sol-gel	5	UV Hg lamp	[28]
Zr/ $\text{Na}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$		15	400 W	
2% RuO_2 -Zr/ $\text{Na}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$		265		
$\text{Na}_2(\text{Ti}_{0.85}\text{Zr}_{0.15})_6\text{O}_9$	Dealloying method	80 (10% methanol)	UV Hg lamp 350 W	[30]
$\text{Na}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$	Solvo-combustión	213	UVP, 254 nm	Este trabajo
$\text{Na}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$ -NiO		389	4,400 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	
$\text{Na}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$ -CuO		919		
$\text{Na}_2\text{ZrTi}_5\text{O}_{13}$		1896		
$\text{Na}_2\text{ZrTi}_5\text{O}_{13}$ -NiO		2482		
$\text{Na}_2\text{ZrTi}_5\text{O}_{13}$ -CuO		2909		

48

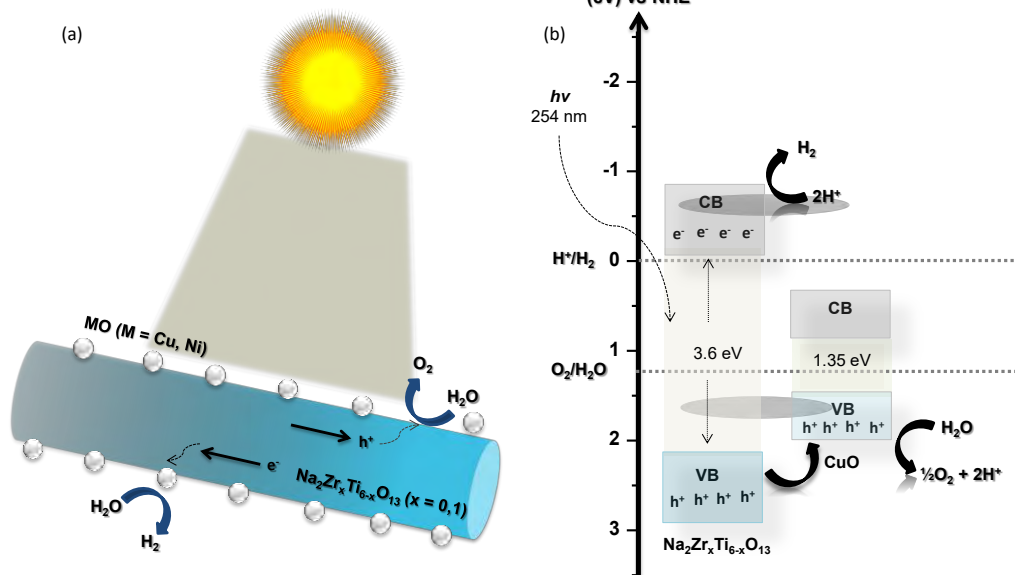
Actividad fotocatalítica – Estudio de la estabilidad de los fotocatalizadores

$\text{Na}_2\text{Ti}_5\text{ZrO}_{13}\text{-CuO}$



49

Mecanismo propuesto



50

Encuesta Para La Audiencia

RESPONDER A LA PREGUNTA HACIENDO
CLICK EN BREVE EN LA PANTALLA AZUL

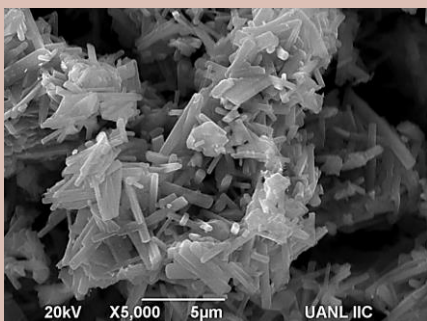


¿Cuales fueron los factores que permitieron incrementar en 13 veces la producción fotocatalítica de H₂ del material Na₂Ti₆O₁₃ al incorporar el Zr y posteriormente agregar el CuO como cocatalizador?

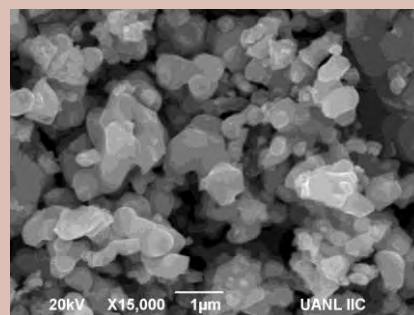
- A) La estructura se expandió y se eliminaron los defectos estructurales
- B) Se distorsionaron los octaedros y mejoró la transferencia de carga
- C) La formación de heteroestructura n-p
- D) El CuO se incorporó a la estructura del titanato de sodio

51

04 Comparación de la actividad fotocatalítica de titanatos isoestructurales



Na₂Ti₆O₁₃
Morfología 1D

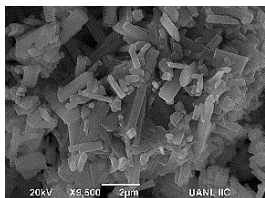


Ba₃Li₂Ti₈O₂₀
Morfología 0-D

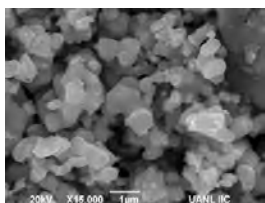
52

Resultados globales: $\text{Na}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$ vs $\text{Ba}_3\text{Li}_2\text{Ti}_8\text{O}_{13}$

Menor recombinación



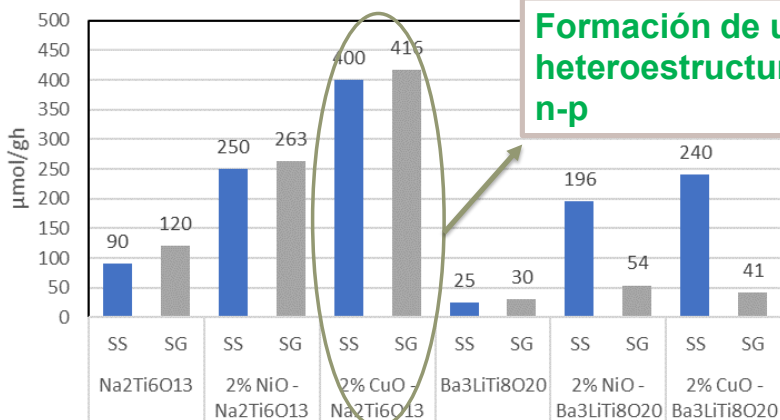
Morfología
1D vs 0D



Más distorsión en la estructura cristalina
Mayor recombinación

Evolución de hidrógeno

SS = Solid state
SG = Sol-gel



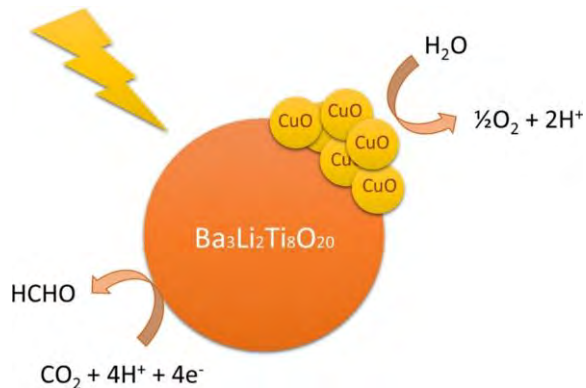
L.M. Torres-Martínez et. al, Journal of Hydrogen Energy 42 (2017) 14547-14559.

L.M. Torres-Martínez et. al, Journal of Hydrogen Energy 43 (2018) 2148-2159.

53

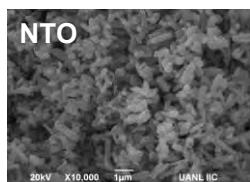
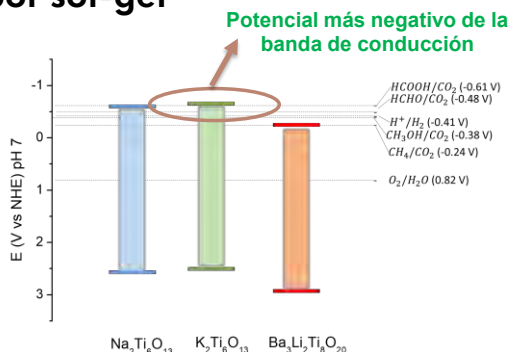
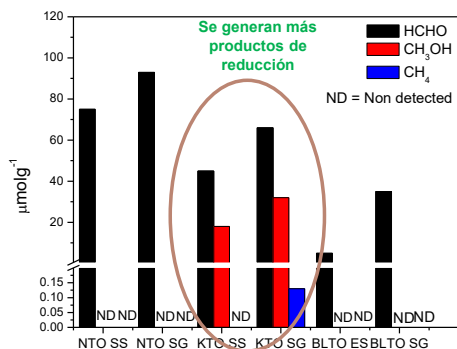
05

Fotoconversión de CO_2 usando nanobelts de $\text{M}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$ ($\text{M}=\text{Na}, \text{K}$) modificados con cocatalizadores y su comparación con $\text{Ba}_3\text{Li}_2\text{Ti}_8\text{O}_{20}$

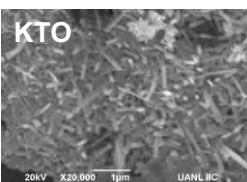


54

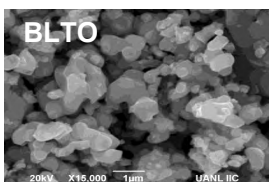
Fotoconversión de CO₂ usando titanatos isoestructurales sintetizados por sol-gel



Morfología 1D (rods)



Rods más definidos

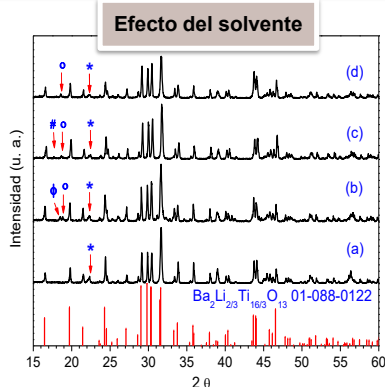


Morfología 0D

- L.M. Torres-Martínez et. al, *Journal of Energy Chemistry* 37 (2019) 18-28
- L.M. Torres-Martínez et. al, *Journal of Photochemistry & Photobiology A* 361 (2018) 25-33
- L.M. Torres-Martínez et. al, *J Sol-Gel Sci Technol.* 93 (2020) 428 - 437

55

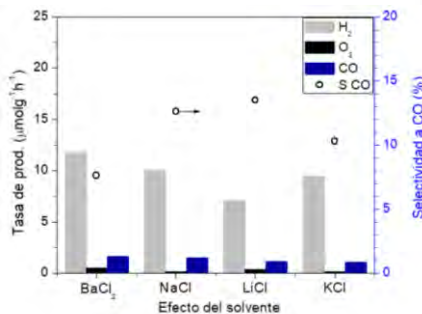
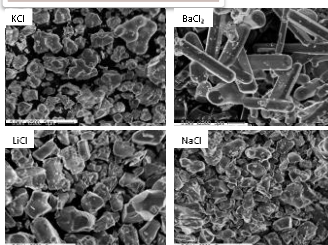
Modificación micro-estructural del Ba₃Li₂Ti₈O₂₀



Solvente	Tamaño de cristalito (nm)*	Tamaño promedio de partícula (μm)**
BaCl ₂ + LiCl	78	11.7
NaCl + LiCl	81	4.8
LiCl	86	7.5
KCl + LiCl	92	4.1

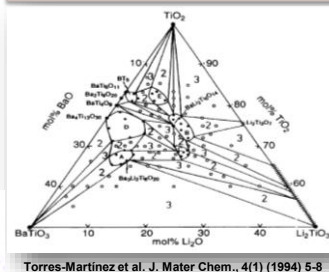
*Calculado con la ecuación de Scherrer
**Calculado Con SEM

Efecto del solvente



Sin embargo, con el método Flux, el BLTO creció con morfología 1D

Diagrama de fases del sistema BaO-Li₂O-TiO₂



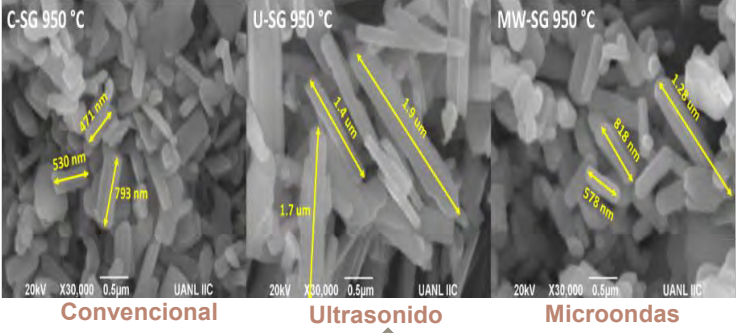
Reducción de CO₂ y producción de Hidrógeno de forma simultánea

Torres-Martínez et al. *Dalton Transactions*, 48 (2019) 12105

56

Modificación microestructural de $K_2Ti_6O_{13}$

Síntesis sol gel modificada con ultrasonido y microondas

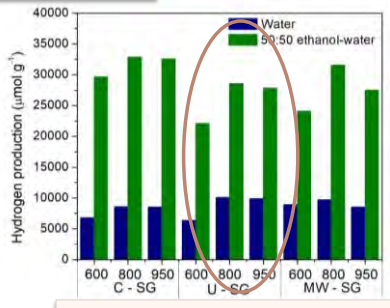


Whiskers más largos promueven una eficiencia mejorada de cargas.

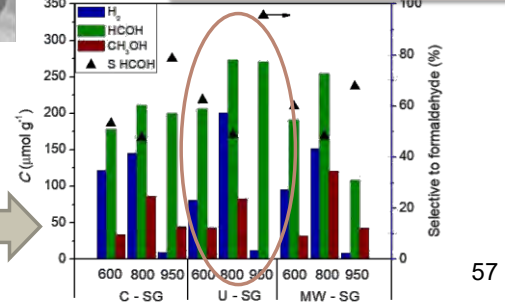
Mayor selectividad para la formación de formaldehído a mayores temperaturas (900°C)

L.M. Torres-Martínez et. al, Journal of Energy Chemistry 37 (2019) 18-28

Water splitting

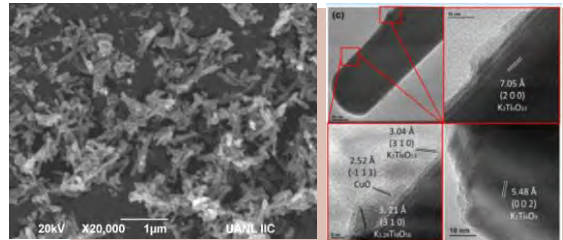


Fotoconversión de CO₂



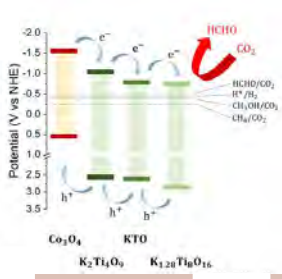
57

Morfología 1-D



Formación de fases secundarias deficientes de K por la introducción de cationes metálicos en la estructura cristalina

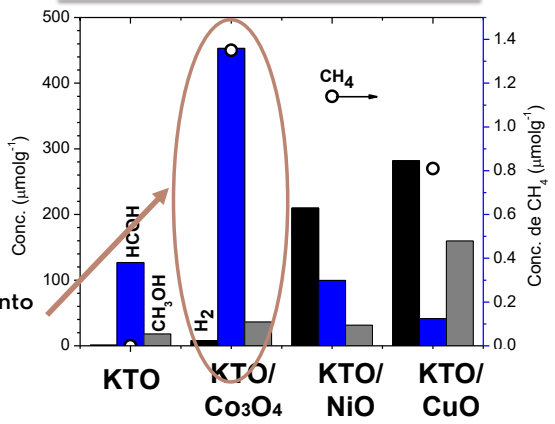
Mejor acoplamiento de las bandas



Formación de una heteroestructura entre el óxido metálico y los titanatos de potasio

$K_2Ti_6O_{13}/MO_x$ O=Co, Ni, and Cu

Fotoconversión de CO₂



L.M. Torres-Martínez et. al, J Mater Sci: Mater Electron 31 (2020) 19248

58

Titanatos isoestructurales para la conversión solar de H₂O y CO₂ en combustibles solares

Resultados globales

Fotocatalizador	Productos principales ($\mu\text{mol g}^{-1} \text{h}^{-1}$)
Na ₂ Ti ₆ O ₁₃ solid state	HCHO (26)
Na ₂ Ti ₆ O ₁₃ sol gel	HCHO (32)
K ₂ Ti ₆ O ₁₃ solid state	HCHO (14)
	CH ₃ OH (6)
K ₂ Ti ₆ O ₁₃ sol gel	HCHO (23)
	CH ₃ OH (10)
	CH ₄ (0.04)
Ba ₃ Li ₂ Ti ₈ O ₂₀ solid state	HCHO (9)
Ba ₃ Li ₂ Ti ₈ O ₂₀ sol gel	HCHO (12)
K ₂ Ti ₆ O ₁₃ U - Sol gel	HCHO (92)
	CH ₃ OH (25)
	CH ₄ (0.1)
	H ₂ (67)
K ₂ Ti ₆ O ₁₃ MW - Sol gel	HCHO (83)
	CH ₃ OH (41)
	CH ₄ (0.2)
	H ₂ (50)
Co ₃ O ₄ / K ₂ Ti ₆ O ₁₃	HCHO (13)
	CH ₃ OH (53)
	CH ₄ (0.3)
	H ₂ (93)

Lámpara UV 254 nm

** Catalizador 0.1g, agua DI 200 mL, 2 Psi CO₂

Fotocatalizador	Productos principales ($\mu\text{mol g}^{-1} \text{h}^{-1}$)	Referencia
Pt- Cu/ZnO/K ₂ Ti ₆ O ₁₃	CH ₄ (1.64)	Guang et al 2003
	HCHO (3.45)	
	HCOOH (18.26)	
Ag - Na ₂ Ti ₆ O ₁₃	CO (14)	Yoshida et al 2019
	H ₂ (1) O ₂ (4)	
Ag - Mn - K ₂ Ti ₆ O ₁₃	CO (10)	Yoshida et al 2019
	H ₂ (1) O ₂ (4)	
	CO (10)	
Ag - Mn - K ₂ Ti ₆ O ₁₃	H ₂ (1) O ₂ (4)	Yoshida et al 2020
	CO (10)	

Otros reportes de la literatura

59

06 Conclusiones

Sistema Na₂Zr_xTi_{6-x}O₁₃ (x = 0, 1)

- La mayor actividad fotocatalítica se obtuvo con el Na₂ZrTi₅O₁₃ modificado con CuO (2,909 mmol·g⁻¹·h⁻¹), la cual fue 13.6 veces más que la del fotocatalizador de referencia.
- La adición de óxidos metálicos al Na₂Zr_xTi_{6-x}O₁₃ (x = 0, 1) promovió una mejor separación de cargas, lo que resultó en un mejoramiento de la actividad fotocatalítica.
- Este efecto fue atribuido a un mejoramiento en la separación de cargas en la interfase de los semiconductores Na₂ZrTi₅O₁₃ tipo-n y el CuO tipo-p.
- Los fotocatalizadores sintetizados en este trabajo presentaron una actividad muy prometedora para la reacción global de *water splitting*, exhibiendo una mayor producción de H₂ y O₂ comparado con materiales similares preparados por otros métodos modificados con co-catalizadores.

60

Conclusiones

Titanatos isoestructurales para la reducción de CO₂

- ✓ Entre los tres materiales isoestructurales estudiados, la mayor actividad se obtuvo con el K₂Ti₆O₁₃, que mostró una morfología adecuada de tipo *whiskers*.
- ✓ El KTO produjo 55 veces más CH₃OH y HCHO que el NTO y BLTO.
- ✓ El K₂Ti₆O₁₃ generó los combustibles solares: HCHO, CH₃OH and CH₄ como resultado de su banda de conducción más negativa.
- ✓ Diferencias micro-estructurales en KTO (longitud de *whiskers*) fueron responsables del incremento en la producción de los combustibles de base solar.
- ✓ La formación de la heteroestructura entre Co₃O₄ y los titanatos de potasio promovió una mejor transferencia de cargas generadas, reduciendo la recombinación.

61

Conclusiones

Titanatos
isoestructurales
para la reducción
de CO₂

- ✓ La morfología 0D del Ba₃Li₂Ti₈O₂₀ es la principal limitación para el incremento en la eficiencia para la reducción de CO₂.
- ✓ Por primera vez, se obtuvo la morfología unidimensional (1D) del Ba₃Li₂Ti₈O₂₀ mediante el método flux. Esta morfología y su alta cristalinidad fueron los parámetros más relevantes asociados a la actividad en la fotoconversión de CO₂.
- ✓ La selectividad en la fotoconversión del CO₂ usando A₂Ti₆O₁₃, Ba₃Li₂Ti₈O₂₀ fue influenciada por la presencia de cada co-catalizador. La impregnación con Co₃O₄ promovió la generación de CH₃OH y HCHO; mientras que, al usar CuO, se dirigió la reacción hacia la formación de CH₃OH y CH₄.

62

Agradecimiento a mis tesisas graduados de doctorado



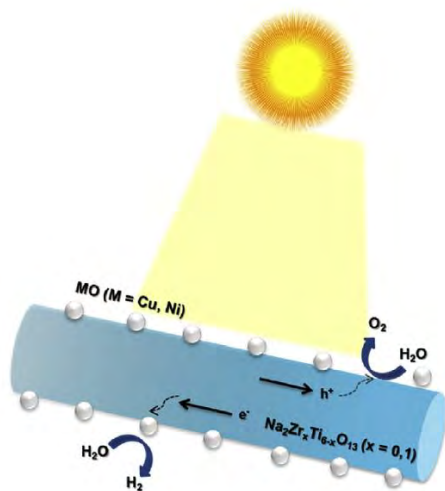
Dr. Luis Felipe Garay Rodríguez

Líneas de investigación:

- Desarrollo de materiales avanzados para su aplicación en procesos de reducción fotocatalítica de CO_2 .
- Estudio de los mecanismos de generación de los diferentes productos de reducción de CO_2 .
- Estudio de la selectividad en las reacciones de reducción de CO_2 .

Dra. Ali Margot Huerta Flores

63



Gracias

leticia.torres@cimav.edu.mx

+52 614-439-1172

Directora General

64



Congreso Internacional

de la Sociedad Química de México 2021

"Al ritmo de nuevos tiempos"

Registro para asistentes
abierto

Del 30 de agosto al 3 de septiembre de 2021

Conferencias Plenarias

 <p>DENSITY FUNCTIONALS AND PAIR-DENSITY FUNCTIONAL THEORY Prof. Donald G. Truhlar Regents Professor, Chemical Theory Center, Department of Chemistry, University of Minnesota, USA.</p>	 <p>NANOSTRUCTURED CATALYSTS: FROM THE LAB TO THE MARKET Prof. Javier García Martínez President-Elect IUPAC, Department of Inorganic Chemistry, University of Alicante, Spain.</p>	 <p>POWERING METAL-FREE CATALYSTS DEVELOPMENT FOR RENEWABLE ENERGY PROCESSES THROUGH THE RATIONAL BOTTOM-UP TAILORING OF C-NETWORKS SURFACE PROPERTIES Dr. Giuliano Giambastiani, Research Director at the Institute of Chemistry of OrganoMetallic Compounds - ICCOM-CNR (Italy) and at the Institut de chimie et procédés pour l'énergie, l'environnement et la santé ICPEES- CNRS (France)</p>
 <p>CHEMICAL TOOLS TO VISUALIZE BIOLOGICAL PROCESSES Prof. Pablo Rivera Fuentes Laboratory of Chemical and Biological Probes, École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Switzerland.</p>	 <p>ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY OF ARSENIC IN MINING ZONES Prof. María Aurora Arrianta Investigadora Titular C. Responsable del Laboratorio de Química Analítica del Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México.</p>	

Cursos y Talleres

 <p>TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO SOBRE FOTOREACCIÓN CAD, Osvaldo Javier Quintana Romero CINVESTAV Unidad Zacatenco MBA, Ruth Eréndira Abúndez García Merck</p>	 <p>TALLER DE EMPRENDIMIENTO PARA QUÍMICOS: ¿POR DÓNDE COMENZAR? Mtra. Marcela Castillo Figa, Oficina de vinculación IQ-UNAM. Mtro. Carlos Maynor Salinas Santano. CamBioTec A.C.</p>	 <p>LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PYTHON BÁSICO PARA CIENCIAS QUÍMICAS Dr. Jorge Luis Rosas Trigueros Dra. Rosaura Palma Orozco Escuela Superior de Cómputo (ESCOM)-IPN</p>
 <p>LA QUÍMICA Y LA PRUEBA DE PROTEÍNA REACTIVA PCR Dra. María del Carmen Cárdenas Aguayo, Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina la UNAM.</p>		

CISQM2021
congresos@sqm.org.mx
*Consulta: www.sqm.org.mx





2º Congreso Internacional

de Educación Química-en línea:

"La enseñanza de la química en los tiempos Covid y su relación con la divulgación, la historia y la filosofía de la ciencia"

Del 24 al 27 de noviembre de 2021

PRÓXIMAMENTE



SOCIEDAD QUÍMICA
DE MÉXICO, A.C.
"La química nos une"

congresos@sqm.org.mx
www.sqm.org.mx





La Generación de Combustibles Solares Mediante Procesos Fotoinducidos para el Reemplazo del Uso de Combustibles Fósiles



Dra. Leticia Myriam Torres Guerra
Directora General, Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C. (CIMA-V)



Dra. Maria del Jesus Rosales Hoz
Profesora Investigadora, Departamento de Química, Cinvestav

Las imágenes de la presentación están disponibles para descargar ahora desde el panel de GoToWebinar

<https://www.acs.org/content/acs/en/acs-webinars/spanish/procesos-fotoinducidos.html>

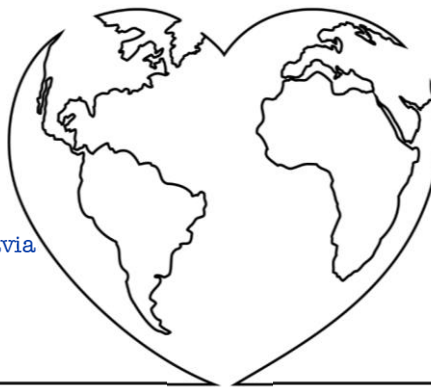
El Webinar de hoy esta auspiciado por la Sociedad Química de México y the American Chemical Society

67



Por el **amor a la química** venimos de todos partes...

- | | |
|------------------|-------------------------|
| ✓ Alemania | ✓ Honduras |
| ✓ Argentina | ✓ India |
| ✓ Bolivia | ✓ Isla de Navidad |
| ✓ Brasil | ✓ Italia |
| ✓ Canadá | ✓ México |
| ✓ Chile | ✓ Paraguay |
| ✓ Colombia | ✓ Perú |
| ✓ Costa Rica | ✓ Portugal |
| ✓ Ecuador | ✓ Puerto Rico |
| ✓ España | ✓ República de Moldavia |
| ✓ Estados Unidos | ✓ Uruguay |
| ✓ Guatemala | ✓ Venezuela |



Hoy tenemos representantes de **25 países**

68



SOCIEDAD QUÍMICA
DE MÉXICO A.C.
"Su pasión por la vida"



C&EN EN ESPAÑOL

C&EN pone a su disposición traducciones al español de sus artículos más populares.

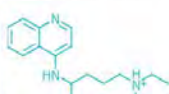
Spanish translations of C&EN's best weekly chemistry news.

Show all 2021 2020 2019 2018 2017 2016 2015



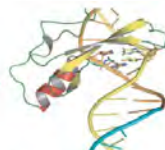
Infografías Periódicas: Comparación de cómo las tecnologías de purificación de aire atrapan y atacan los virus

Andy Brunning, educador químico y biólogo de Compound Interest, explica la ciencia que sustenta la manera en que varios métodos de purificación de aire eliminan virus como el SARS-CoV-2.



Los antivirales que no fueron: los medicamentos destinados a tratar la COVID-19 produjeron resultados contrapuestos

Un tipo de compuestos convencionales llevan a la ruptura celular en lugar de parar el virus.



Científicos identifican un posible mecanismo molecular del síndrome de Rett

Epigenetas dan con el vínculo entre las repeticiones de ADN metilado y la proteína implicada en un raro trastorno genético.



Científicos divididos por el nuevo fármaco para el Alzheimer de Biogen

La FDA (la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos) aprobó el Adunim basándose en su capacidad para reducir las placas de β -amiloide en el cerebro. Muchos investigadores piensan que fue una decisión equivocada.

Queremos hacer de la ciencia de vanguardia más accesible a la comunidad química de habla española, y esta es nuestra contribución. Le da a los nacidos en España, América Latina, o los EE.UU., pero cuyo primer idioma es el español la oportunidad de leer este contenido en su lengua materna. Esperamos que les guste y sea de su utilidad.



Dr. Bibiana Campos Seijo
Editora en Jefe, C&EN

<http://bit.ly/CENespanol>

69



Mantente actualizado sobre la industria de la química y sus ciencias afines en la región

Suscríbete al Newsletter de CAS Hispanoamérica

Para darte de alta, puedes enviarnos un correo electrónico a acsihispanoamerica@acs-i.org

¡Hasta pronto!
www.cas.org



acsihispanoamerica@acs-i.org

70



SOCIEDAD QUÍMICA
DE MÉXICO, A.C.
"La química nos une"



Sociedad Química de México



Sociedad Química de México, A.C.
"La química nos une"

Desde sus comienzos de la Sociedad Química de México, se buscaba un emblema sencillo, no demostrar partidismo alguno y significar al gremio, debería representar un símbolo no sólo para los químicos, sino también para ingenieros, farmacéuticos, metalurgistas, en fin que englobe e identifique por igual a los científicos en todas sus áreas de la ciencia química.

www.sqm.org.mx

71

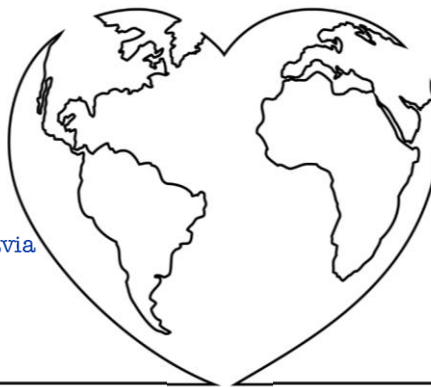


SOCIEDAD QUÍMICA
DE MÉXICO, A.C.
"La química nos une"



Por el amor a la química venimos de todos partes...

- | | |
|------------------|-------------------------|
| ✓ Alemania | ✓ Honduras |
| ✓ Argentina | ✓ India |
| ✓ Bolivia | ✓ Isla de Navidad |
| ✓ Brasil | ✓ Italia |
| ✓ Canadá | ✓ México |
| ✓ Chile | ✓ Paraguay |
| ✓ Colombia | ✓ Perú |
| ✓ Costa Rica | ✓ Portugal |
| ✓ Ecuador | ✓ Puerto Rico |
| ✓ España | ✓ República de Moldavia |
| ✓ Estados Unidos | ✓ Uruguay |
| ✓ Guatemala | ✓ Venezuela |



Hoy tenemos representantes de **25 países**

72