

Julio César Flores Reyes, Alejandro Islas Jácome, Eduardo González Zamora\*

Departamento de Química, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco 186, Col. Leyes de Reforma 1A Sección, Iztapalapa, C.P. 09310, Ciudad de México

## Introducción

Los avances tecnológicos con respecto a los materiales porosos han aumentado considerablemente en las últimas décadas debido al gran número de aplicaciones como la adsorción de gases, separación química, purificación de agua y la catálisis heterogénea. Para estas aplicaciones, los materiales más investigados han sido las zeolitas, los nanotubos de carbono y las MOFs (Metal-Organic Frameworks, por sus siglas en inglés) o Polímeros de Coordinación Porosos (PCPs). Las MOFs son una nueva clase de materiales híbridos, porosos y cristalinos que consisten en arreglos multidimensionales de cationes metálicos y ligandos orgánicos. Estos dos componentes permiten modificar y/o modular las dimensiones de los poros y el entorno químico, ajustando con precisión las propiedades de la superficie interna de estos materiales. En consecuencia, las MOFs han mostrado poseer altas porosidades (hasta un 90% de volumen libre) y superficies ultra elevadas (por ejemplo, 7,000 m<sup>2</sup>/g), lo que las ha llevado a tener aplicaciones en diversas áreas.<sup>1</sup>

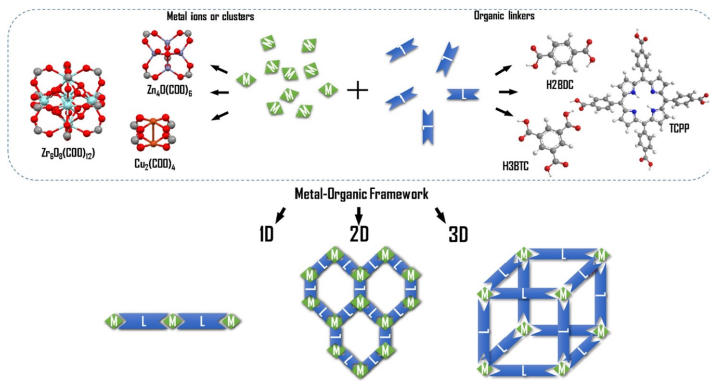


Figura 1. Preparación general de una MOF.

## Captura de gases tóxicos

Las MOFs se han usado para la captura y almacenamiento de gases contaminantes de la atmósfera como el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO, SO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub> y H<sub>2</sub>S. Además, su versatilidad para incorporar diferentes grupos funcionales modifica el entorno de la superficie, lo que a su vez ofrece oportunidades únicas para la separación y purificación de gases. La estabilidad de estos materiales hacia el agua, los ácidos y las bases, es una de las condiciones más importantes para la captura, almacenamiento y separación de gases. Las MOFs basadas en Zr[IV], Al[III] y Mg[II] han mostrado una notable estabilidad química y capacidades interesantes para aplicaciones de remediación del medio ambiente.<sup>2</sup> Como puede observarse, esta línea de investigación permite la integración y colaboración con grupos de investigación que cultivan diversas líneas como química ambiental, química de coordinación e ingeniería química.<sup>2</sup>

En este contexto, en nuestro grupo de investigación se han sintetizado ligandos que contienen azoles como grupo coordinante, particularmente tetrazoles, ya que son isómeros de los ácidos carboxílicos y presentan algunas ventajas como un mayor número de sitios de reconocimiento.

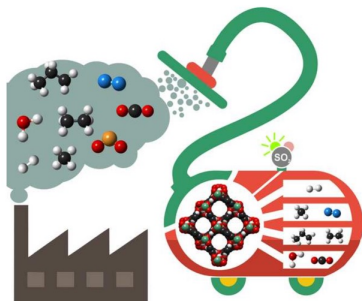


Figura 2. Uso de MOFs para captura selectiva de gases contaminantes.

Algunos ejemplos de estos trabajos se muestran en los resúmenes gráficos

### Water Adsorption Properties of Fe(pz)[Pt(CN)<sub>4</sub>] and the Capture of CO<sub>2</sub> and CO

Daniel Alvarado-Alvarado,<sup>1</sup> Juan H. González-Estefán,<sup>2</sup> J. Gabriel Flores, J. Raziel Álvarez, Julia Aguilar-Plegio, Alejandro Islas-Jácome,<sup>3</sup> Guillaume Chastanet, Eduardo González Zamora, Hugo A. Lara-García, Brenda Alcántar-Vázquez, Mathieu Gonidec,<sup>4</sup> and Ilich A. Ibarra<sup>5</sup>\*

Cite This: *Organometallics* 2020, 39, 949–955

Read Online

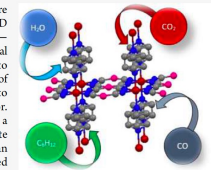
ACCESS |

Metrics & More

Article Recommendations

Supporting Information

**ABSTRACT:** H<sub>2</sub>O and cyclohexane adsorption properties and the CO<sub>2</sub> and CO capture capability of the microporous material Fe(pz)[Pt(CN)<sub>4</sub>] were examined. This 3D coordination polymer retained its crystallinity and structural stability after all adsorption-desorption experiments (demonstrated by PXRD and BET surface area). Thus, the total water uptake was equal to 14.6 wt % (8.12 mmol g<sup>-1</sup>) at 90% P/P<sub>0</sub> and in comparison to the adsorption of cyclohexane, Fe(pz)[Pt(CN)<sub>4</sub>] demonstrated a relatively high degree of hydrophilicity. The total cyclohexane uptake of 0.28 mmol g<sup>-1</sup>, which in comparison to the total water uptake value of 8.12 mmol g<sup>-1</sup>, corroborated such hydrophilic behavior. Additionally, the CO<sub>2</sub> capture was equal to 9.3 wt % for activated Fe(pz)[Pt(CN)<sub>4</sub>], a higher value in comparison to other lead MOFs such as NOTT-400 (4.4 wt %), despite the fact that the latter exhibits a larger BET surface area (1356 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) than Fe(pz)[Pt(CN)<sub>4</sub>] (BET = 431 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>). When the CO<sub>2</sub> capture capability was measured on a partially water saturated Fe(pz)[Pt(CN)<sub>4</sub>] sample, we observed a weight gain from 11.7 wt % (only water uptake) to 14.1 wt % (water + CO<sub>2</sub>). This weight increment (2.4 wt %) was attributed to the oversaturation of CO<sub>2</sub>. The CO capture on Fe(pz)[Pt(CN)<sub>4</sub>] showed a total uptake of 4.7 mmol/g after only 20 min, a result comparable to those for MOFs with much higher BET surface areas, such as MOF-74(Mg) (BET = 1957 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>; 4.4 mmol g<sup>-1</sup>). Finally, in situ DRIFT experiments exhibited the coordination of CO with open Pt(II) metal sites.



### MOF Materials for the Capture of Highly Toxic H<sub>2</sub>S and SO<sub>2</sub>

Eva Martínez-Ahumada,<sup>1</sup> Alfredo López-Olvera,<sup>2</sup> Vojtech Jancik,<sup>3</sup> Jonathan E. Sánchez-Bautista, Eduardo González-Zamora,<sup>4</sup> Vladimir Martis, Daryl R. Williams, and Ilich A. Ibarra<sup>5</sup>\*

Cite This: *Organometallics*

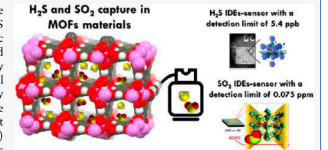
Read Online

ACCESS |

Metrics & More

Article Recommendations

**ABSTRACT:** Metal-organic frameworks (MOFs) are some of the most interesting and promising candidates to sequester toxic H<sub>2</sub>S and SO<sub>2</sub> gases. MOFs show interesting advantages over classic porous materials due to their chemical composition, ligand functionality, cavity dimensions, ease of preparation, and relatively low cost reactivation. The optimization of the physical-chemical interactions between MOFs and H<sub>2</sub>S and SO<sub>2</sub> molecules is the key to the further amplification of their capture. Reversibility after the adsorption of H<sub>2</sub>S and SO<sub>2</sub> can be modulated through noncovalent bonding between functionalized ligands (within MOF structures) and H<sub>2</sub>S and SO<sub>2</sub>. This review aims to summarize recent advances in the development of MOF-based systems for the capture and removal of H<sub>2</sub>S and SO<sub>2</sub>. We anticipate that this review article can offer very useful information on the significant and rapid progress of the enhancement of H<sub>2</sub>S and SO<sub>2</sub> capture by MOFs.



## Acarreadores de fármacos

El amplio rango de posibilidades para la elección tanto de metales como de ligandos permite el desarrollo de MOFs que no son tóxicos y son biocompatibles o bioactivos, y, por lo tanto, pueden usarse como acarreadores de fármacos. Esto se logra aprovechando la alta porosidad de estos materiales y su habilidad de adsorber y albergar en su interior compuestos biológicamente activos.<sup>3</sup>

Existen tres métodos generales para incorporar compuestos bioactivos en una MOF:

1. El compuesto activo se incorpora a la superficie interna o externa de una MOF previamente formada mediante adsorción.
2. El compuesto activo se convierte en una parte constitutiva de la estructura del material utilizando cationes o ligandos con actividad biológica (BIOMOF).
3. Una combinación de ambas metodologías.

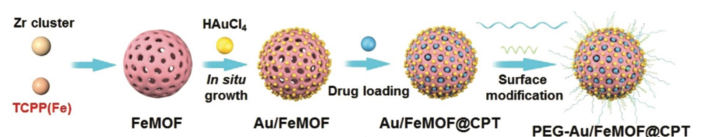


Figura 3. Síntesis y encapsulación de un fármaco en una MOF.

## Referencias

1. Meek, S.; Greathouse, J.; Allendorf, D. *Adv. Mater.* **2011**, *23*, 249.
2. Sumida, K.; Rogow, D. L.; Mason, J. A.; McDonald, T. M.; Bloch, E. D.; Herm, Z. R.; Bae, T.-H.; Long, J. R. *Chem. Rev.* **2012**, *112*, 724–781.
3. A. Bienik, A. P. Terzyk, M. Wisniewski, K. Roszek, P. Kowalczyk, L. Sarkisov, S. Keskin, K. Kaneko, *Prog. Mater. Sci.*, **2021**, *117*, 100743.