

# Avance y Perspectiva

Revista de divulgación del CINVESTAV

## Nanopartículas con morfología controlada como catalizadores catódicos para celdas de combustible poliméricas

Karina Galache · Friday, September 27th, 2019

Categorías: [Ciencias Exactas](#), [Punto y Aparte](#)

La tecnología de celdas de combustible constituye una atractiva alternativa para generar electricidad de forma directa y amigable con el medio ambiente prescindiendo del uso de combustibles fósiles. Las celdas de combustible son dispositivos electroquímicos (Figura 1) que mediante reacciones de oxidación-reducción recombinan hidrógeno (combustible) y oxígeno para formar agua, liberando en el proceso calor y electrones que constituyen un flujo eléctrico (Figura 2). Actualmente la tecnología ya está siendo implementada junto con baterías en vehículos eléctricos para el sector de autotransporte. Las reacciones electroquímicas que ocurren en una celda de combustible son aceleradas mediante el uso de catalizadores a base de nanopartículas. La lenta cinética de la reacción catódica de reducción de oxígeno limita el rendimiento global de la celda por lo que es necesario usar nanomateriales con contenido de metales nobles como platino o paladio. No obstante, el uso de metales preciosos y su escasez constituye la principal desventaja debido a que se incrementa considerable el costo de la tecnología. Es por ello por lo que en todo el mundo se hacen numerosos esfuerzos para desarrollar nanomateriales más eficientes, más estables y con bajo o nulo contenido de metales nobles. Entre las alternativas destaca la de maximizar la superficie activa de platino en las nanopartículas formando estructuras núcleo-coraza con elementos no nobles como níquel, cobalto, hierro o cobre. La modificación y control de la morfología de las nanopartículas constituye hoy en día una tendencia de investigación interesante debido a que se ha demostrado que las diferentes facetas o planos cristalinos que las conforman mantienen una selectividad y actividad catalítica específica hacia la reducción de oxígeno. Por lo que nanopartículas conforma octaédrica, cúbica, decaédrica o poliédricas en general son muy atractivas para ser usadas como catalizadores.



Figura 1. Representación de una celda de combustible polimérica [1,2].



Figura 2. Representación del funcionamiento de una celda de combustible polimérica [1,2].

El trabajo de investigación doctoral aquí reportado se centró en el estudio del efecto que tiene el uso de agentes estabilizantes de nanopartículas como son la oleilamina (Oam) y el ácido oleico (Oac), dos moléculas orgánicas que intervienen significativamente durante el proceso de nucleación y crecimiento de las partículas para dar lugar a morfologías características. El trabajo contempló la preparación y caracterización de nanopartículas de níquel y platino variando la relación molar de Oam y Oac usados

durante su síntesis. Los resultados demostraron tres aspectos considerables que se observaron al aumentar el contenido de Oac en el sistema de síntesis: 1) se tiene un cambio en la morfología de las partículas, pasando de ser cúbicas y con segregación del platino hacia la superficie (cuando el contenido de Oam es mayor) a esféricas u octaédricas (Figura 3); 2) una disminución de su tamaño; y 3) un decremento significativo del contenido de níquel (Figura 4a) como consecuencia de la formación de un complejo de carboxilato de níquel como consecuencia del exceso de ácido oleico. Los estudios electroquímicos de la evaluación de la actividad catalítica hacia la reducción de oxígeno (Figura 4b) demostraron que los nanomateriales sintetizados únicamente con Oam (morfología cúbica) resultaron ser los más activos y estables por lo que fueron usados en la construcción de un prototipo de celda de combustible polimérica de baja potencia (Figura 5).



Figura 3. Nanopartículas de Ni-Pt con diferente morfología en función del contenido de oleilamina (Oam) y ácido oleico (Oac) [1,2].



Figura 4. a) Efecto de la variación de oleilamina y ácido oleico en el tamaño y composición de nanopartículas Ni-Pt; b) resultados de actividad catalítica hacia la reducción de oxígeno de los catalizadores Ni-Pt sintetizados [1,2].



Figura 5. a) Prototipo de celda de combustible de baja potencia desarrollado con el catalizador Ni-Pt más activo y estable; b) Curva de polarización del prototipo desarrollado [1,2].

## Referencias

1. Estudio de la síntesis, caracterización y desempeño de nanocatalizadores poliédricos Ni-Pt y su aplicación como cátodos en celdas de combustible poliméricas, José Luis Reyes Rodríguez, *Tesis Doctoral*, Departamento de Química – Cinvestav, Marzo 2018.
2. Tailoring the morphology of Ni-Pt nanocatalysts through the variation of Oleylamine and Oleic acid: a study on oxygen reduction from synthesis to fuel cell application, L. Reyes-Rodríguez, A. Velázquez-Osorio, D. Bahena-Uribe, A.B. Soto-Guzmán, M.A. Leyva, A. Rodríguez-Castellanos, S. Citalán-Cigarroa, O. Solorza-Feria, *Catalysis Science & Technology*, 2019, 9 (10), 2630-2650. <https://doi.org/10.1039/C9CY00419J>

## José Luis Reyes Rodríguez

José Luis Reyes Rodríguez (Tlalnepantla, Estado de México, mayo de 1988) obtuvo el grado de Doctor en Ciencias Químicas por el Departamento de Química del Cinvestav bajo la dirección del Dr. Omar Solorza Feria. Durante sus estudios doctorales realizó investigación en la síntesis y caracterización física y electroquímica de nanomateriales para su aplicación como catalizadores en celdas de combustible. Entre las distinciones que ha recibido destacan la presea Lázaro Cárdenas 2007 otorgada por el IPN y el nombramiento como Investigador Nacional nivel I del Sistema Nacional de Investigadores de Conacyt a partir del año 2019. Actualmente se encuentra desarrollando una estancia posdoctoral en el Departamento de Física y Astronomía de la Universidad de Texas en San Antonio con un proyecto orientado a la preparación de nanoalambres

---

de níquel-platino para aplicaciones energéticas, magnéticas y/o plasmónicas.

This entry was posted on Friday, September 27th, 2019 at 5:20 pm and is filed under [Ciencias Exactas, Punto y Aparte](#)

You can follow any responses to this entry through the [Comments \(RSS\)](#) feed. Both comments and pings are currently closed.