

# Aplicación de los nanomateriales en catálisis

JAVIER VAZ DÍAZ, MÓNICA PRIETO MOLINA

**Resumen**— La aplicación de los nanomateriales en catálisis, ya sea en nanocatálisis o en cualquier otra disposición hará que este sector avance de manera muy progresiva este ámbito.

**Palabras Claves**— Catálisis, Metal, Nanaocatálisis, Nanomateriales.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la constante búsqueda de soluciones novedosas para los problemas ambientales y tecnológicos en la actualidad ha aparecido la nanotecnología, que se presenta como un campo con mucho futuro al proporcionar herramientas a escala atómica para transformar nuestra aproximación a diversas disciplinas científicas. Dentro de estas innovaciones, los nanomateriales han adquirido protagonismo, resaltando su capacidad para manipular y mejorar las propiedades de la materia a niveles poco explorados.

La nanocatálisis, una rama apasionante de la ciencia de los materiales, simboliza la combinación de la nanotecnología y la catálisis, dos campos que desatan un gran número de posibilidades en el ámbito de las reacciones químicas. En este artículo, veremos cómo los nanomateriales se establecen como protagonistas, nombrando aplicaciones innovadoras que prometen transformar el panorama en la búsqueda de soluciones eficaces y sostenibles en la catálisis.

## 2. FUNDAMENTOS DE LA CATÁLISIS

A principios del siglo XIX, en los primeros años del estudio científico de la química, había una necesidad de la existencia de cantidades pequeñas de sustancias fundamentales para que se dieran las reacciones químicas. En 1836, el científico sueco JJ Berzelius intentó añadir las observaciones descritas en los conceptos químicos al aplicar su influencia a lo que denominó "poder catalítico". Este término se define como la capacidad de ciertas sustancias para activar afinidades químicas que estaban latentes a una temperatura determinada. FW Ostwald, en años posteriores, definió un catalizador como "una sustancia que incrementa la velocidad a la cual el sistema se aproxima al equilibrio, sin ser consumido en el proceso"[4]. Esta definición propuesta, engloba la esencia que posee el efecto catalítico y que, además, ha permanecido en el tiempo como un concepto fundamental dentro de la química. La catálisis es una idea frecuente con gran impacto en la vida y la salud, tanto de los seres humanos como de otros or-

ganismos. Se puede destacar del ámbito biológico las enzimas (generalmente proteínas que pueden contener grupos prostéticos como lo son la clorofila o moléculas hemo), que realizan un papel fundamental como catalizadores. Se trata de biocatalizadores con gran eficiencia que describen el culmen que posee el poder catalítico y que, además, sirven como modelo para los catalizadores sintéticos. [1]

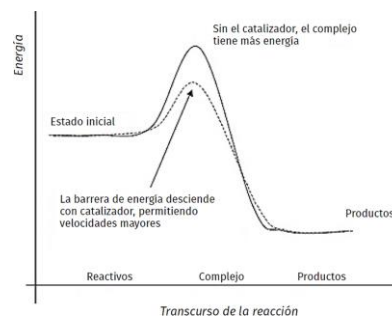


Fig 1. Energía necesaria para llevar a cabo la reacción en reacciones catalizadas y no catalizadas.

Pese a que las enzimas en la biología prevalecen, los catalizadores que se utilizan en procesos químicos y en controles de tipo ambiental se pueden describir como compuestos inorgánicos que predominan. Por otro lado, pueden clasificarse en metales, óxidos, sulfuros y ácidos sólidos, y a menudo contienen compuestos de al menos dos de estas categorías en la práctica. Los catalizadores metálicos soportados son un ejemplo, donde los metales se utilizan en forma de nanopartículas unidas a la superficie de partículas de óxido para maximizar su área específica.

## 3. IMPLICACIÓN DE LOS NANOMATERIALES EN CATÁLISIS.

Uno de los objetivos principales de la nanociencia es construir pequeñas estructuras para el diseño de materiales avanzados y nanodispositivos de alto rendimiento. Las nanopartículas inorgánicas son especialmente atractivas como piezas de construcción para tales propósitos, debido a sus múltiples propiedades, como las ópticas, electrónicas, magnéticas y catalíticas únicas, muchas de

las cuales pueden ser moduladas simplemente cambiando su tamaño, forma, o la funcionalización de la superficie de la nanopartícula, sin cambiar la composición del material. Debido a sus propiedades físicas y químicas únicas, las nanopartículas son descritas como átomos artificiales. La síntesis de las nanopartículas permite desarrollar al máximo sus propiedades, lo que puede llevar a nuevas aplicaciones en catálisis, siendo ésta la aplicación química más importante de las nanopartículas metálicas. Los metales de transición, especialmente los metales preciosos ("metales nobles" (Ru, Rh, Pd, Ag, Os, Ir, Pt, Au)) [4], muestran una gran actividad catalítica para muchas reacciones orgánicas e inorgánicas. Estos materiales presentan propiedades tanto en la catálisis homogénea como en la heterogénea. [2]

**Fig 2.** Tabla periódica donde se muestra el grupo de metales del grupo del platino y metales que se emplean utilizados como catalizadores.

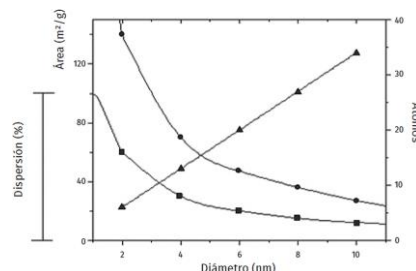
Los catalizadores heterogeneizados son nanopartículas metálicas que poseen las características ya mencionadas y, además, poseen todas las propiedades con respecto a su tamaño, debido a la relación área superficial/ volumen. Un inconveniente de los nanocatalizadores con respecto a los organometálicos, está relacionado con sus grandes áreas de superficie, ya que son sitios más activos, necesitando así moléculas que protejan para que no reaccionen con oxígeno que pueda encontrarse en el medio, produciendo un aumento en el costo para su obtención. Con todo esto, el estudio de los nanocatalizadores es indispensable y fundamental ya que son más verdes, más económicos y hay esperanza de mayor productividad con respecto a los de tipo organometálicos.

### 3.1 NANOCATÁLISIS

El objetivo principal de la nanocatálisis es controlar las reacciones catalíticas por medio de la optimización del tamaño, dimensionalidad, composición química y morfología de las nanopartículas que constituyen la fase activa del catalizador.

La notable cantidad de átomos disponibles como sitios activos en la superficie de las partículas de tamaño reducido genera catalizadores altamente activos, ya que la actividad química es proporcional al número de especies activas accesibles al sustrato. En la Figura 3, se muestra la dependencia del área específica, de la dispersión y del número de átomos por partícula en función del tamaño de partículas esféricas de oro. Otra característica de este tipo de sistema es la interacción soporte-metal que estabiliza las partículas metálicas, por lo cual son menos pro-

piensas a sufrir la sinterización y por tanto a desactivarse por este mecanismo. Una de las ramas de la nanocatálisis se orienta a la síntesis de partículas metálicas nanométricas soportadas, como catalizadores novedosos. [3]



**Fig 3.** Dependencia del área específica (●), dispersión (■) y el número de átomos por partícula (▲); en función del diámetro de partículas esféricas de

## 4. ALGUNAS APLICACIONES DE LOS NANOMATERIALES EN CATÁLISIS

Los nanomateriales se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones en catálisis debido a sus propiedades únicas a nivel nanométrico. Algunos de los ámbitos donde se utilizan son en catalizadores para conversión de energía, catálisis química, o en catálisis medioambiental, es decir, se utiliza la fotocatalisis heterogénea para la depuración de agua. La fotocatalisis heterogénea se basa en una cascada de reacciones Redox, que empieza por la excitación y transferencia de electrones en un material sólido. Este método está siendo utilizado mucho estos últimos años para la degradación de contaminantes en el agua, como se nombró anteriormente.

La mayoría de los estudios que informan sobre la depuración de contaminantes en el agua se han realizado en condiciones ideales, utilizando agua destilada en un sistema de reacción discontinua o semicontinua, y con una fuente de luz artificial [6]. Esto se debe a que, al trabajar con agua no ideal, como agua de lago o agua potable, se introducen variables que complican el estudio cinético y la ampliación del proceso desde condiciones ideales hasta un sistema lo más cercano posible a una planta piloto. Además, informan sobre el rendimiento de un fotocatalizador de ZnO alterado en su superficie mediante nanopartículas de plata para descomponer hormonas sexuales presentes en aguas residuales no sintéticas; estos investigadores buscan elucidar cómo algunos elementos de la matriz influyen en la reacción de fotocatalisis. Por lo tanto, es relevante señalar que varios estudios anteriores en condiciones óptimas fueron necesarios para llegar a investigar con matrices acuosas no ideales.

## 5. CONCLUSIONES

Los procedimientos catalíticos aportan beneficios de importancia global y son fundamentales en procesos vitales. Su estudio es crucial debido a su relevancia. La catálisis se apoya cada vez más en la nanotecnología y en la ciencia de materiales para crear catalizadores más eficaces y duraderos. La investigación se centra en áreas como la generación de biocombustibles, fotosíntesis artificial, reducción de la contaminación y productos de alto valor comercial, anticipando un crecimiento continuo del impacto de los materiales a escala nanométrica en la catálisis.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer los conocimientos enseñados y difundidos sobre la catálisis por la profesora Ana Caballero Bevia.

## REFERENCIAS

- [1] Fuente: Cortesía del Ing. Yamin Arzola Pedroza
- [2] Fuente: Jolly (1984).
- [3] Fuente: Cortesía del Ing. Yamin Arzola Pedroza
- [4] Rodolfo Zanella, "Aplicación de los nanomateriales en catálisis", Mundo nano vol.7 no.12 Ciudad de México ene./jun. 2014, versión On-line ISSN 2448-5691.
- [5] María del Rocío Redón de la Fuente, " Nanopartículas catalíticas... ¿polvo mágico? ", Mundo nano vol.8 no.15 Ciudad de México jul./dic. 2015 Publicación electrónica 05-jun-2021, versión On-line ISSN 2448-5691.
- [6] Juan Carlos Durán-Álvarez, Edwin Avella, Rodolfo Zanella, " Descontaminación de agua utilizando nanomateriales y procesos fotocatalíticos ", Mundo nano vol.8 no.14 Ciudad de México ene./jun. 2015 Epub 28-mayo-2021, versión On-line ISSN 2448-5691



Javier Vaz Díaz y Mónica Prieto Molina, Grado en Química  
4º curso.