

Avance y Perspectiva

Revista de divulgación del CINVESTAV

Catálisis y el nuevo reto químico

AyP · Monday, March 5th, 2018

Categorías: [Ciencias Exactas](#), [Zona Abierta](#)

Uno de los apotegmas usados por la industria química refiere que muchos de sus desarrollos son imperceptibles, pero a su vez indispensables. La frase cobra mayor sentido cuando se analiza el impacto en la economía nacional, ya que este sector es responsable actualmente de más de 150 mil plazas de trabajo y aporta el 2.1 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) del país, de acuerdo con estimaciones de la Asociación Nacional de la Industria Química.

Desarrollos farmacéuticos, petroquímicos y hasta insumos agrícolas son algunas de las contribuciones químicas a la economía global, y muchas de ellas se relacionan con materiales que han cambiado la fisonomía del planeta desde hace más de 150 años: los catalizadores.

De hecho, es común escuchar el uso de ese término de manera figurada como un agente de cambio drástico. Y es verdad, a nivel químico los catalizadores permiten llevar a cabo una reacción entre moléculas en un periodo mínimo de tiempo, que de no emplearse podría llevar años realizar.

Juan Olguín Talavera, investigador del Departamento de Química del Cinvestav, ejemplifica que para obtener agua de forma rápida, no basta con juntar dos moléculas de hidrógeno y una de oxígeno, sino que requiere de una “chispa” que provoque una reacción para obtener el vital líquido, y ese es el trabajo de los catalizadores.

“En términos llanos, lo que hace un catalizador es permitir que una reacción se lleve a cabo de manera acelerada. Principalmente son empleadas moléculas que no deben transformarse en el proceso de reacción; es decir, al acabar la reacción catalítica debe salir la misma molécula sin que se incorpore al producto resultante”, explica Olguín Talavera, especialista en catálisis organometálica.

La contribución económica de la catálisis en la industria moderna resulta notable, al ser parte fundamental de sectores productivos como el energético, el petroquímico y la industria alimentaria. La Sociedad Norteamericana de Catálisis calcula que las aportaciones de los catalizadores al PIB mundial superan el 35 por ciento, principalmente por sus contribuciones a la producción de combustibles (desde gasolinas y diésel hasta hidrógeno).

Diseños de catalizadores

La importancia en la industria moderna que tienen los catalizadores ha hecho de su estudio un tema relevante en la química moderna, y a pesar de que, a decir del experto del Cinvestav, no se trata de una tarea fácil, sí resulta extremadamente apasionante para los investigadores, tanto del sector privado como para quienes se desempeñan en instituciones públicas.

Olguín Talavera señala que para crear un buen catalizador se requiere conocer el mecanismo de la reacción a catalizar, es decir el camino que recorren los reactivos para obtener el producto. De esta manera es posible seleccionar el metal a utilizar y diseñar el ligante que se coordina con dicho metal.

Este último es tan importante como el metal, y su diseño requiere una comprensión de química orgánica ya que, en la mayoría de los casos, los ligantes son compuestos orgánicos que involucran elementos como carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y azufre.

En estos casos, el metal se une directamente al ligante por medio de enlaces de coordinación, lo que provoca un cambio en la reactividad del metal, y con ello es posible modificar la reactividad del compuesto o complejo metálico de acuerdo a las necesidades requeridas.

“Por ejemplo, para obtener un polímero se pueden emplear complejos de rutenio como catalizador, que contienen ligantes muy simples, como es el caso de las fosfinas o cloruros. En general, dichos complejos de rutenio permiten la polimerización de alquenos, que son moléculas orgánicas con enlaces dobles carbono-carbono, y se obtienen en la refinación del petróleo, ya que el metal puede interactuar con el enlace doble que es rico en densidad electrónica”.

Al interactuar el enlace doble con el metal, éste cambia sus propiedades electrónicas, pudiendo reaccionar con una segunda molécula de alqueno con facilidad, formando así un nuevo enlace sencillo carbono-carbono entre dos moléculas que contenían enlaces dobles inicialmente, provocando que el producto sea del doble del tamaño inicial.

Dicho proceso puede ocurrir un gran número de veces, sobre la misma molécula, por lo que el tamaño de la cadena orgánica resultante será proporcional al número de veces que el proceso descrito ocurra.

El diseño de ligantes ha tenido una evolución histórica en la catálisis, ya que antes se utilizaban derivados de fósforo (fosfinas); sin embargo, eran sensibles al agua, aire y humedad, lo que requería de condiciones altamente controladas para sintetizar un compuesto.

Por ello, se buscaron ligantes que se asemejen a las fosfinas pero que sean más estables, por lo que ahora se trabaja con carbenos N-heterocíclicos (CNH), que son especies cíclicas de cinco miembros, con uno o dos heteroátomos (principalmente nitrógeno u oxígeno) y un átomo de carbono entre éstos por el cual el ligante CNH se coordina al metal, lo que le brinda una densidad electrónica adecuada al metal empleado como catalizador, además de ser más estables y en consecuencia más rentables para el uso industrial.

La importancia de los ligantes radica en que permiten “codificar” al metal el número de veces que este proceso puede ocurrir y, dependiendo si el ligante es voluminoso o no, qué tipo de polímero se puede obtener.

Nuevos plásticos, el reto catalítico

Sin duda, la investigación realizada en torno a la catálisis ha derivado en grandes avances para la sociedad moderna, aunque esos desarrollos no están exentos de efectos negativos para el planeta. Uno de los ejemplos más significativos es el plástico, tan útil en algunos casos como dañino para el ambiente, ya que diversos ecosistemas se han visto afectados por la sobreproducción de ese material, que se estima a nivel mundial se genera una cifra superior a los 300 millones de toneladas anuales.

“Ahora el reto científico es realizar procesos que sean más ecológicos, incluso en la generación de los catalizadores. Es decir, que no se requieran tantos disolventes ni se generen residuos, además de que usen la menor cantidad de energía posible en su producción”, sostiene Olguín Talavera.

Los diferentes plásticos que empleamos en nuestra vida diaria o que se usan en artículos más complejos surgen a partir de un proceso de polimerización, que se refiere al método por el que los monómeros se agrupan entre sí, mediante un proceso catalítico que hace posible esa unión.

Actualmente se conocen alrededor de mil tipos de plásticos, desde aquellos que se obtienen a partir del petróleo, como el poliestireno, o bien de resinas derivadas de productos biológicos, tal es el caso del ácido poliláctico; aunque en algunos casos es una combinación de ambos.

Por ello, Salvador Ortega Riquelme, presidente de la Sección de Bioplásticos en la Asociación Nacional de Industrias del Plástico (Anipac), refiere que lo más indicado no es eliminar el uso de los plásticos, sino emplearlos de manera inteligente e identificar las oportunidades que brindan nuevos materiales, incluidos los llamados bioplásticos composteables.

Por ejemplo, 40 por ciento de los cuatro millones de toneladas de bioplásticos producidos a nivel mundial se utiliza actualmente en el mercado de empaque, tanto flexible como rígido, y el resto se divide en productos de consumo, automotriz o textil. La razón de ese uso tan focalizado se debe a las características propias de los bioplásticos, que al no tener gran resistencia mecánica o térmica sólo pueden usarse en productos de empaque, y no en artículos que requieran mayor durabilidad.

“Además, existe una presión social para un uso mayor de los bioplásticos, pero es necesario entender que incluso hay polímeros basados en recursos renovables que tardan décadas en desintegrarse en el ambiente, lo que los hace igual de dañinos que aquellos originados del petróleo”, indica Ortega Riquelme, quien también es directivo en Nature Works, una de las empresas más importantes de bioplásticos a nivel mundial.

Para el representante de la Anipac, los bioplásticos y los plásticos tradicionales van a convivir por muchos años, por lo que recomienda buscar nuevas formas de producción que impliquen menor huella de carbono para ambos tipos de polímeros; es decir, que sus procesos emitan menos gases de efecto invernadero.

Desde su punto de vista, es necesario trabajar nuevas investigaciones en torno a los bioplásticos. Esa tarea no es sencilla, ya que en los últimos años la producción de bioplásticos está sujeta a un mayor escrutinio que los plásticos convencionales. “En general, los estudios con bioplásticos han demostrado que éstos son materiales muchos más limpios que los derivados del petróleo, pero su producción está bajo mayor escrutinio ambiental”, acusa Ortega Riquelme.

El directivo de la Anipac coincide con el investigador del Cinvestav en que el desarrollo científico es importante para detonar nuevas alternativas más ecológicas a los polímeros, aunque ambos señalan que en el caso de América Latina ese tipo de investigación en el sector productivo está

lejos de ser el óptimo, ya que la región sólo aporta 4 por ciento de la producción global de bioplásticos.

De manera particular en México, la producción de moléculas de polímeros es poca y de los obtenidos con productos renovables sólo se cuentan dos casos, uno con fibra de agave y otro más derivado de la semilla de aguacate, ya que la industria plástica en el país se basa en la maquila y la transformación, por lo que el reto es impulsar más el desarrollo innovador de esta rama de la industria química, a fin de superar su aportación del PIB nacional.

Imagen: [Freepik](#)

This entry was posted on Monday, March 5th, 2018 at 4:40 pm and is filed under [Ciencias Exactas](#), [Zona Abierta](#)

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