

Al mismo tiempo: Reflexiones breves sobre semejanzas entre el arte y la catálisis

Juan C. Fierro-Gonzalez*

Complejidad, simultaneidad y belleza

La primera vez que visité Celaya fue en agosto del 2005 para entrevistarme por una vacante de profesor-investigador en el Tecnológico. Eran mis últimos meses como estudiante de doctorado y había hecho el viaje a México con la intención de revisar opciones laborales. Llegué un día antes de la entrevista y decidí pasar la tarde paseando por el centro histórico. En la Presidencia Municipal me encontré con un mural de Octavio Ocampo (Figura 1). Ya había visto reproducciones de ese mural y de otras obras de ese pintor, pero apenas hasta ese día descubrí que era de Celaya. Las pinturas de Ocampo se caracterizan por sobreponer imágenes de manera ingeniosa para contar historias. Al principio crees que estás viendo solamente el rostro de José María Morelos, pero al poner atención empiezas a descubrir que en su nariz se entrelazan las manos de Agustín de Iturbide y de Vicente Guerrero para representar la escena del *Abrazo de Acatempan*. Si te fijas mejor, en la solapa derecha del traje de Morelos, aparece un cañón de artillería y en las arrugas de su frente se asoman las ramas del frondoso árbol bajo el que Iturbide y Guerrero se encuentran. Como tenía tiempo aquella tarde, estuve viendo ese mural por varios minutos, tratando de descifrar las distintas imágenes que parecían esconderse ante mis ojos. Mientras lo hacía, intentaba entender por qué razón habría un pintor de esconder escenas de una historia que quiere contar. O tal vez Ocampo no escondía nada, sino que era yo (un observador novato) quien tenía problemas para descifrar lo que el pintor intentaba decir.



Figura 1. Mural de Octavio Ocampo en Presidencia Municipal de Celaya, Guanajuato.

Al tiempo que estaba ahí parado mirando con atención el mural, pasaban a mi alrededor decenas de personas, cada una con sus propios pensamientos. Algunos platicaban entre sí y agregaban al momento un bullicio que se combinaba con el ruido de los autos que avanzaban por la calle. Por un momento sentí que yo mismo era parte de un mural similar al que en ese momento veía, conviviendo con cientos de cosas que ocurrían simultáneamente y (tal vez) contaban una historia.

Sensaciones similares a la que describo arriba me envuelven cuando leo un buen libro o escucho buena música. Las buenas historias (ya sea que se cuenten a través de pinturas, novelas, sinfonías o cualquier otra manifestación artística) tienen en común la presencia de múltiples escenas complejas que conviven entre sí. A veces hago el ejercicio de imaginar qué pasaría en alguna novela si se eliminara arbitrariamente a un personaje, o cómo se escucharía una sinfonía si se quitara la música de uno de los instrumentos. Cuando la historia es buena, cualquiera de esas simplificaciones deforma su sentido. Entonces, cada elemento que coexiste tiene una función particular en la obra, y para que la historia se cuente bien todos los elementos deben estar presentes. Vuelvo entonces al caso del mural de Ocampo. He dicho que las imágenes se van descubriendo poco a poco, no de golpe. Entonces, puede ser que haya elementos de la obra que ni siquiera he alcanzado a descubrir. A pesar de ello, la obra sigue siendo bella, porque su belleza no depende de mi capacidad de distinguir explícitamente sus matices, sino de la simple existencia de éstos. Eliminar algún elemento afectaría la obra, aunque yo no tuviera ni idea de por qué razón se ha visto alterada ante mis ojos. Por lo tanto, la coexistencia de elementos (perceptibles o no al observador) es necesaria para que la obra alcance su objetivo. En cierto modo, es como si una parte de la belleza dependiera de la complejidad y la simultaneidad.

La complejidad y los catalizadores

Pienso en los murales de Ocampo como si se trataran de superficies complejas sobre las que ocurren fenómenos simultáneos que al final se traducen en una historia. No puedo evitar que de ese pensamiento surja una analogía entre los murales y los catalizadores sólidos. Después de todo, en estos últimos también hay superficies complicadas e irregulares. Normalmente, las superficies de los catalizadores son porosas y a veces están decoradas con partículas de algún metal (generalmente de transición) de varios tamaños y formas, sobre las que ocurren reacciones químicas que al final se traducen en la producción de compuestos químicos a altas velocidades. La analogía con los murales puede visualizarse pensando en una imagen de microscopía electrónica de un catalizador en la que puedan observarse las formas caprichosas y poco uniformes en su superficie (Figura 2). Sin embargo, la cuestión en este caso es más compleja porque en las imágenes

*Departamento de Ingeniería Química.
Tecnológico Nacional de México en Celaya.
jcfierro@iqcelaya.itc.mx

típicas de microscopía, los catalizadores no están funcionando. Se encuentran, en cambio, normalmente a temperaturas bajas o moderadas y presiones de vacío. Estas condiciones son muy distintas a las usadas durante su operación, cuando (para algunas reacciones) los catalizadores funcionan a varios cientos de grados Celsius y altas presiones. Por lo tanto, observar una imagen de microscopía de un catalizador, por más detallada que esta sea, no permitirá contar la historia completa de lo que ocurre en su superficie. Del mismo modo que mis ojos alcanzan a comprender sólo una parte de los murales de Ocampo, la microscopía también sólo tiene acceso a una parte de lo que ocurre en las complejas superficies de los catalizadores.

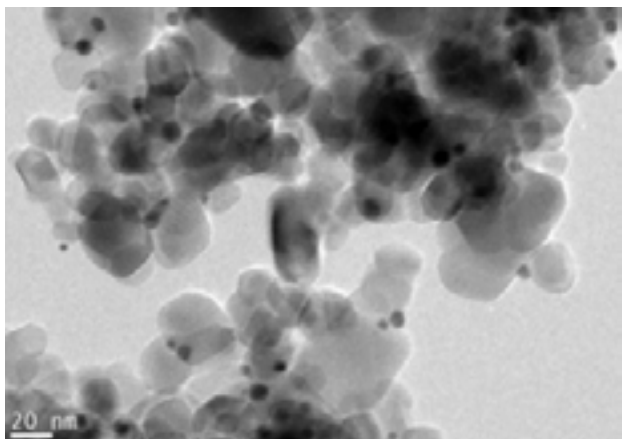


Figura 2. Micrografía de transmisión electrónica de muestra de nanopartículas de oro soportadas en óxido de titanio. Esta muestra es activa como catalizador en la deshidrogenación de etanol. Tomada con permiso de Elsevier.¹

Si un historiador se parara enfrente de un mural de Ocampo, buscaría aspectos históricos narrados en la pintura. En cambio, si lo hiciera un experto en pintura, buscaría elementos asociados con la técnica. Las visiones de ambos aportarían información valiosa sobre la obra, que complementarían la de un observador cualquiera, como yo. Es decir, una misma obra puede observarse desde distintas perspectivas y cada una aportará datos sobre la historia que la obra pretende contar. De manera similar, los catalizadores pueden estudiarse desde distintos ángulos. Si se analiza, por ejemplo, el efluente de un reactor catalítico en funcionamiento, podrá verificarse la selectividad hacia los productos deseados y podrá medirse la velocidad de reacción. Si se miden espectros de infrarrojo de su superficie en funcionamiento podrán obtenerse espectros de moléculas adsorbidas. Algunas de esas especies podrían ser intermediarios de reacción, por lo que la información sería útil para comprender el mecanismo. Si el catalizador se estudiara usando espectroscopía de absorción de rayos-X, podría monitorearse el estado de oxidación del metal y correlacionarse con su actividad catalítica. En fin, distintas técnicas de caracterización darían información específica sobre el modo en que funciona el catalizador. La complejidad del material implica entonces que el nivel al que se comprenda requerirá de una combinación de enfoques para su estudio.

La simultaneidad y los catalizadores

He dicho antes que en las pinturas de Ocampo conviven escenas de manera simultánea. Lo mismo pasa en la música, en la que los sonidos se traslapan para relatar una historia. La audiencia mira

y escucha todo al mismo tiempo, pero organiza la información de una forma lineal para que tenga sentido en su cerebro. Los humanos somos así, buscamos orden y patrones en medio del aparente caos. De manera similar, en la diversidad de sitios activos de los catalizadores sólidos ocurren reacciones químicas de manera simultánea. Los catalizadores participan en procesos cíclicos en los que se recuperan continuamente. Nosotros, al estudiarlos, planteamos mecanismos de reacción de manera secuencial para hacer sentido de lo que sucede en sus complejas superficies. Sin embargo, de nuestras descripciones racionales y organizadas normalmente se escapa la noción de que todo ocurre al mismo tiempo, a la vista de nuestros ojos (esos ojos que muchas veces son espectrofotómetros, cromatógrafos o espectrómetros de masas). Así, al final somos todos como el observador novato que mira un mural de Ocampo y va intentando descifrarlo en medio de su complejidad. A veces, la historia que el catalizador nos cuenta nos parece clara y cristalina, pero normalmente esconde misterios que son inaccesibles a nuestros ojos (nuestras técnicas de caracterización). Entender un catalizador se convierte entonces en un reto que depende de nuestra percepción. Esto se debe a que la información que obtenemos de las diversas técnicas de caracterización debe ser interpretada y traducida a un lenguaje en el que podamos explicar lo que ocurre en la superficie.

Epílogo

Mientras escribía esta historia, casi dieciséis años después de mi primer encuentro con el mural de Ocampo, escuchaba a mis hijas tomar clases en línea. Han sido casi dos años de encierro en medio de la pandemia. Intentaba concentrarme, pero el sonido a la distancia de la licuadora en la cocina me distraía continuamente. Todo pasaba al mismo tiempo: la idea de esta pequeña nota, el mensaje de WhatsApp que no había respondido, las tareas sin calificar, el artículo del que esperaba respuesta del editor. Necesitaba enfocarme y a veces para hacerlo necesito caminar un rato. Salí de casa y conduje hacia el centro de la ciudad. Al llegar, recorrí las estrechas calles abriéndome paso entre la gente, como si fuera moviéndome entre los poros de una superficie. Seguí mi camino hasta llegar a la Presidencia Municipal. Ahí estaba de nuevo, frente a la superficie caprichosa del mural de Ocampo en busca de los elementos que me permitieran terminar esta historia. Alrededor, todo continuaba su marcha al mismo tiempo. Pensé sobre mí mismo como si fuera una molécula que ha encontrado al fin un sitio activo. Me acerqué un poco más a la superficie del mural y me dispuse a reaccionar.

Referencias

1. Jorge Cornejo-Romero, Alfredo Solis-García, Sofía M Vega-Díaz, Juan C Fierro-González, *Appl. Catal. A* **2017**, 433, 391.



ABCChem
ATLANTIC BASIN CONFERENCE ON CHEMISTRY

13-16 de Diciembre de 2022
Marrakech, Marruecos

**RECEPCIÓN
DE TRABAJOS
ABIERTA***

¡PARTICIPA!

***Se amplía la fecha hasta el 18 de abril**



Boletín de la Sociedad Química de México