



OPINIÓN

Si la montaña no va a Mahoma... el ejemplo inspirador de la invención de la microscopía de expansión



Por Redacción

14 febrero, 2026



Por Dra. Valeria Piazza

Aún sin saber exactamente cómo funciona, todos entendemos que la microscopía nos permite ver objetos o detalles muy pequeños con claridad. Desde que Robert Hooke observó por primera vez una célula en el S. XVII, la humanidad no ha dejado de buscar maneras de mirar lo invisible y este concepto básico se ha consolidado en los 400 años de existencia de esta disciplina, llevando a la creación de muchas técnicas diferentes de microscopía. Con el apoyo de

lentes poderosas, filtros, prismas y diafragmas, y más recientemente de distintos tipos de fuentes de iluminación, así como de sistemas para la formación y el almacenamiento digital de imágenes, es posible apreciar mundos de colores y estructuras diminutas, sorprendentes e interesantes.

La microscopía óptica utiliza la luz para iluminar los objetos y es la técnica más ampliamente usada para el estudio de muestras biológicas, es decir, de células y tejidos. Un tipo particular de microscopía óptica permite aprovechar el fenómeno de la fluorescencia, mediante el cual es posible asociar la emisión de luz de distintos colores a diferentes moléculas o partes de las células, obteniendo la máxima especificidad para el marcaje de los detalles observados.

Esta capacidad de marcar estructuras distintas con diferentes colores es fundamental en los estudios biomédicos de modo que, hoy en día, resulta ser un componente casi indispensable en la mayoría de las aplicaciones de microscopía de las ciencias de la vida. En las últimas tres décadas, por ejemplo, los investigadores han construido microscopios cada vez más sofisticados para visualizar detalles aún mucho más pequeños que los que se habían obtenido hasta el siglo XX. Estas innovaciones se han implementado también en microscopios que usan la fluorescencia.

A pesar del gran entusiasmo de la comunidad científica por la invención de estos microscopios “superpoderosos”, cuyo conjunto de técnicas recibe, atinadamente, el nombre de superresolución, y que valieron el premio Nobel en 2014, estos supermicroscopios siguen siendo instrumentos altamente especializados, delicados y costosos, lo que limita el número de laboratorios que los poseen o que simplemente tiene acceso a uno de ellos.

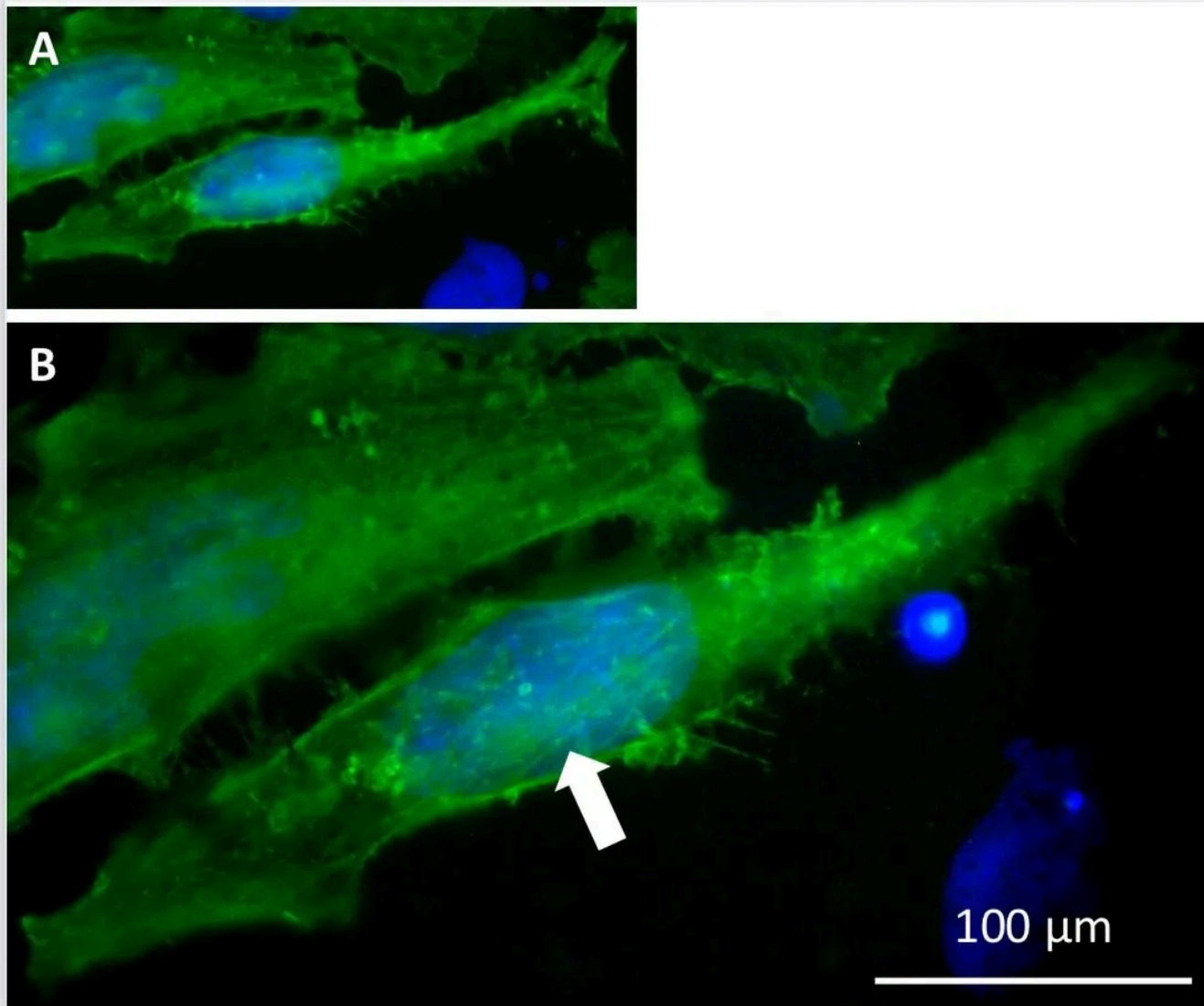
Sin embargo, como algunas veces pasa en la vida y en la ciencia, en 2015 el Dr. Edward Boyden en el Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.) propuso una solución genial a esta limitación, simplemente mirando a este problema desde una perspectiva opuesta. ¿Y si en lugar de construir un microscopio de superresolución, concentramos nuestros esfuerzos en el objeto que estudiamos? Es decir, si en lugar de tratar de ver cosas más y más chiquitas ¿buscamos agrandar nuestras muestras biológicas? ¡Ya sabemos que, si la montaña no va a Mahoma, Mahoma va a la montaña!

Esta inversión de estrategia, aun siendo lógica, presenta serios desafíos técnicos: ¿Cómo puedo agrandar una muestra biológica (una célula animal o vegetal, una bacteria o un fragmento de músculo o hígado, por ejemplo) siendo que está compuesta de muchos elementos altamente heterogéneos?

La solución se obtiene gracias a la química, creando un andamio expandible, una especie de red microscópica en la muestra y asegurándose que dicho andamio se conecte firmemente con las moléculas de la célula que se quieren estudiar. Éste se expande sucesivamente gracias a su capacidad de absorber agua. De tal manera se obtiene una versión agrandada de la muestra original, completamente fiel a la forma original, que puede ser observada con microscopios convencionales revelando detalles de la muestra no distinguibles sin la expansión, del orden de decenas de nanómetros, es decir una milésima parte del grosor de un cabello humano.

Tan simple y práctico como aumentar el tamaño de la letra para leer mejor. Por supuesto, su correcta implementación requiere conocimientos de biología, química y óptica.

En el Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. (CIO), el grupo de biofotónica ya está trabajando con esta técnica de frontera para responder varias preguntas biomédicas, incluidas aquellas relacionadas con el estudio de enfermedades neurodegenerativas. La expansión de muestras puede ser realizada sola o en combinación con supermicroscopios y/o con instrumentos computacionales de análisis digital de imágenes, incrementando aún más la capacidad de resolución de las estructuras biológicas, disponible para los investigadores. Avances como este aceleran la investigación científica y además permiten entender mejor las enfermedades que afectan a millones de personas, abriendo la puerta a diagnósticos tempranos y precisos.



“Bibidi Babidi Bu” debajo del microscopio. A – una célula epitelial humana tipo HeLa, teñida para resaltar el ADN en el núcleo, en azul, y una proteína que forma filamentos, la actina, en verde. La célula mide aproximadamente $200 \times 30 \mu\text{m}$. B – después de aplicar el protocolo de expansión, la misma célula mide aproximadamente $450 \times 70 \mu\text{m}$, permitiendo la observación de detalles más finos en su estructura, como los filamentos que se pueden observar en correspondencia del núcleo (flecha). La barra de escala es válida para ambos paneles.