

# MICROSCOPIOS DE PAPEL PLEGABLE

**Marcelino Montiel-Herrera**

Desde la fabricación de los primeros microscopios, a principios del siglo XVII, la configuración de éstos sigue siendo básicamente la misma. Es decir, se requiere de una mesa para colocarlo, lentes de magnificación (objetivos), una platina para colocar la muestra y, en la actualidad, corriente eléctrica que alimente su fuente de iluminación y permita observar con mayor facilidad la muestra.

Además, aunque los precios de los microscopios<sup>1</sup> han disminuido recientemente, continúan siendo inaccesibles para la mayoría de la población. No obstante, la salud pública y el sector educativo de muchos países se benefician con el uso de los microscopios. Por ejemplo, con un microscopio óptico se puede observar las estructuras magnificadas de células y tejidos, ya sea para elaborar un diagnóstico médico o estimular el aprendizaje de los estudiantes en las escuelas.

1. El costo de un microscopio óptico comercial, en la actualidad, varía entre 400 pesos y varios miles o, incluso, cientos de miles de pesos. Además, suelen requerir de energía eléctrica para funcionar.



**E**l rediseño y abaratamiento de los microscopios podría significar un avance sustancial para la educación y los servicios médicos, principalmente, en los países pobres y en vías de desarrollo; por ejemplo: muchas de las enfermedades que acosan a más de cien mil millones de personas pueden ser diagnosticadas fácilmente con el apoyo de un microscopio. Sin embargo, estos países suelen carecer de recursos para contratar personal y adquirir tecnología que habilite los pocos centros de atención hospitalaria con los que se trata de brindar un servicio médico mínimo indispensable.

En muchos países, incluido México, algunas enfermedades causadas por parásitos como la malaria y el Chagas, sencillamente podrían ser detectados con el apoyo de un microscopio óptico barato, que no requiera acceso a corriente eléctrica y sea fácil de manejar y trasladar.

Como solución a este problema, el grupo del Doctor Manu Prakash, de la Universidad de Stanford, en Estados Unidos, diseñó y fabricó un microscopio óptico de papel plegable de muy bajo costo (alrededor de diez pesos mexicanos) como una pieza plegable de origami (figura 1). Este microscopio fue denominado *foldscope* ([www.foldscope.com](http://www.foldscope.com)) y, literalmente, las piezas que lo componen forman parte estructural de una hoja de papel tamaño carta, las cuales deben ser removidas del papel y doblarse, para embonarlas fácilmente entre sí, con lo cual se da forma a un microscopio de papel plegable de casi nueve gramos, resistente al agua y que funciona sin corriente eléctrica.

Un microscopio plegable consta de tres partes, una platina de papel (semejante a la de un microscopio convencional, donde se coloca el porta-objeto con la muestra que se desea observar), un lente de aumento y una estación de luz que puede usarse de manera opcional (constituida por un foco LED y una pila de tres voltios). Además, el microscopio

### CUADRO 1. REQUERIMIENTOS

MATERIALES	COSTO APROXIMADO
Un trozo de cartón de reúso	Costo nulo, reciclado
Seis lentes de aumento 10x, 15x, 20x y 25x, núm. de patente 201330439453	\$169.00 (asumiendo un costo igual por cada lente de \$28.16)
Tijeras	\$39.00
Cinta adhesiva o pegamento permanente	\$30.00
Pegamento blanco (optativo)	

Los microscopios de papel tipo *origami* se han desarrollado como prototipo en la Universidad de Stanford y son repartidas de manera gratuita para estudiar el efecto que éstos tienen en la salud y la educación



plegable trae varias tiras con imanes que pueden colocarse en un teléfono inteligente, para tomar fotos de los especímenes que se observe. Más aún, cada microscopio plegable contiene una estampa con un código (por ejemplo, imagen de un gatito naranja No. 0001 C131 70FC) que se emplea para registrarlo en la página web mencionada, y así monitorear la actividad de cada microscopio en el mundo. Esta estampa debe adherirse en el reverso del microscopio.

Para el sector médico, los microscopios plegables se diseñaron en papeles con un código de color con el fin de identificar enfermedades específicas. Por ejemplo, el microscopio plegable para malaria viene en color rojo, ya que está diseñado con un filtro especial para detectar el parásito que la causa.

En el sector educativo, aunque un microscopio plegable se utiliza de manera individual, puede funcionar como proyector en un aula de clases para facilitar la enseñanza y estimular el aprendizaje

en los niños. Solamente se requiere una fuente de iluminación externa –como una lámpara de mano– para convertir el microscopio plegable en un proyector.

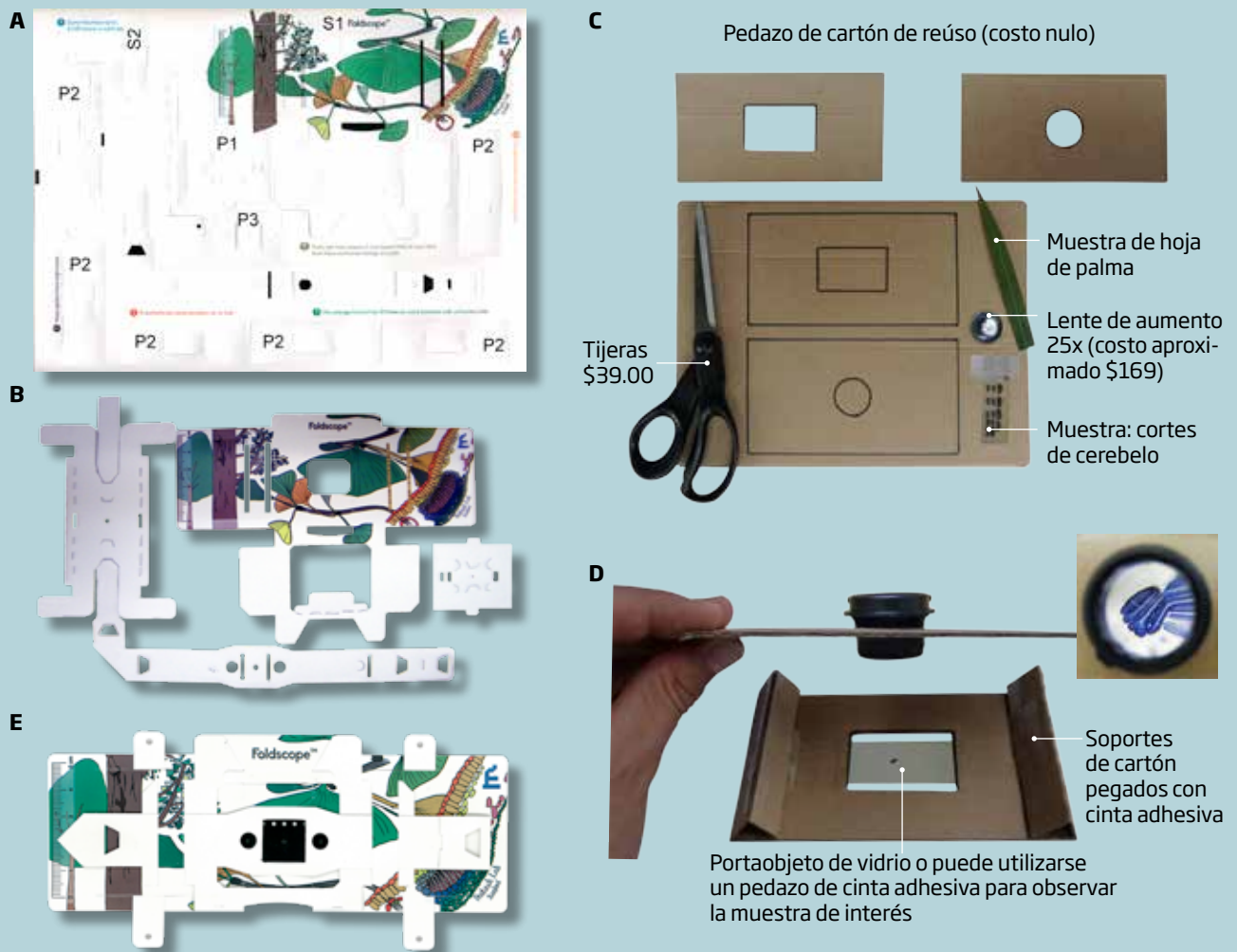
### PROYECTO INICIAL: 50 MIL MICROSCOPIOS DE PAPEL PLEGABLES

El grupo del Doctor Prakash tiene como meta repartir 50 mil microscopios plegables en todo el mundo. Cualquier persona (que sepa inglés) puede solicitar uno en [www.foldscope.com](http://www.foldscope.com), con sólo pagar el envío, aunque también se ofrecía la posibilidad de recibirlo de manera gratuita (enviado por correo convencional, desde California, Estados Unidos, a su destino final).

A pesar de este esfuerzo, la difusión alcanzada por los microscopios plegables en el mundo –mayoritariamente en los países de habla inglesa– ha sido relativamente limitada. Principalmente, porque los medios de comunicación son limitados y el internet no llega a las zo-



## ESQUEMA Y PROCEDIMIENTO



**Figura 1.** Microscopio de papel plegable o foldscope, basado en el original enviado por el Doctor Prakash. Sin armar (**A**), recortado (**B**), doblado y ensamblado (**C**). Nótese que el microscopio tiene una regla de 5 cm en el lado izquierdo, la lente de aumento se ubica en medio (punto negro) y debajo de éste, se ejemplifica con una preparación montada en un portaobjeto de vidrio. En **D**, se muestra una guía visual para dibujar, cortar y armar un microscopio de cartón. En **E**, se muestra el armado final del microscopio de cartón. Note que en los extremos se armaron dos soportes de cartón de 2 cm de altura sujetos con cinta adhesiva. El recuadro enseña la muestra magnificada (corte de cerebelo de rata).

### PROCEDIMIENTO

- ◀ Dibujar las líneas negras en un pedazo de cartón de las dimensiones mostradas en la figura 1.
- ◀ Recortar el trozo de cartón por la línea negra dibujada.
- ◀ Medir el diámetro del lente de aumento, marcarlo en el pedazo de cartón y recortarlo (2.5 cm en este caso).
- ◀ Colocar el lente en el centro del cartón y fijarlo con la cinta.
- ◀ Poner el portaobjeto con la muestra de interés en el cartón al que se recortó un recuadro y sujete el portaobjeto con cinta adhesiva (como se ilustra en la figura 1E).
- ◀ Colocar el cartón con el lente por encima de la muestra.
- ◀ Realice sus observaciones y haga sus anotaciones en caso de requerirlo.
- ◀ Finalmente, desarme el microscopio de cartón y guárdelo.



Los *foldscopes* funcionan sin electricidad, son resistentes al agua, fáciles de transportar y brindan los beneficios de magnificación de un microscopio convencional

nas marginadas o de bajos recursos. Sin embargo, desde noviembre de 2014 a la fecha, estos microscopios se han repartido en varios países como India, Canadá, Estados Unidos y México.

Maestros, estudiantes y padres de familia han sido los más interesados en adquirirlos, pues suben al portal de internet "foldscope.com" imágenes con pequeñas descripciones de sus observaciones realizadas con el apoyo del microscopio, clasificadas en categorías como biología, física, materiales, naturaleza y química.

En la actualidad, hay más de 1,400 imágenes disponibles que se encuen-


tran abiertas para todos los usuarios de internet, donde se puede encontrar imágenes de alas de mariposas, polen, neuronas, fibras de materiales, etcétera. Sin embargo, aún no se ha reportado hallazgos o contribuciones para el sector médico; probablemente esto se deba a la falta de difusión. No obstante, el esfuerzo de algunas organizaciones como TED ([www.TED.com](http://www.TED.com)) han participado transmitiendo una plática muy entretenida, impartida por el Dr. Prakash, titulada: "A 50-cent microscope that folds like origami".<sup>2</sup>

En este orden de ideas, en la figura 1 el lector podrá encontrar una guía visual para construir un microscopio de cartón recortable con un costo aproximado de 200 pesos mexicanos, con materiales relativamente sencillos de adquirir en México (cuadro 1).

## CONCLUSIÓN

Es fácil imaginar que estos tipos de microscopios podrían convertirse rápidamente en una herramienta para el diagnóstico médico y para la enseñanza escolar en todos los países del mundo.

En México, los microscopios de papel plegable podrían fortalecer el acerca-

miento de los maestros, alumnos y padres de familia, para conocer e investigar el mundo del microcosmos. Asimismo, estos microscopios podrían ampliar las capacidades del sector salud para diagnosticar algunas enfermedades de manera pronta y oportuna, en beneficio de las comunidades más precarias que habitan en el país. 

## LECTURA RECOMENDADA:

- ◀ Foldscope.com (2015), Microcosmos en línea: [www.foldscope.com](http://www.foldscope.com) [Acceso: 15 de mayo, 2015].

2. Un microscopio de cincuenta centavos de dólar estadounidense que se dobla como origami.

**Marcelino Montiel-Herrera** Ingeniero Bioquímico por la Universidad Autónoma de Sinaloa; Maestro en Ciencias por el Instituto de Neurobiología de la Universidad Nacional Autónoma de México; Doctor en Ciencias por el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C. Estancia de Investigación en la John Curtin School of Medical Research - Australian National University en Canberra, Australia. Actualmente, profesor de tiempo completo en la Universidad de Sonora y primer autor de ocho publicaciones internacionales. C. e.: [marcelino.montiel@unison.mx](mailto:marcelino.montiel@unison.mx)