

# La extraordinaria aventura científica de un jo

Hailin Zhao Hu  
Instituto de Energías Renova-  
bles de la UNAM  
Miembro de la Academia de  
Ciencias de Morelos  
Un joven de 15 años tiene todo  
tipo de preocupaciones, des-  
de cómo se ve cuando se va a

una fiesta, hasta las repercu-  
siones del cambio climático  
en el planeta. Con las nuevas  
tecnologías de comunicación  
hay escasos temas de los que  
un joven de 15 años no pueda  
hablar y conocer. Hace poco, leí  
una nota sobre cómo un joven

de esta edad logró inventar un  
biosensor para detectar cáncer  
de páncreas en su etapa tem-  
prana. Me asombró su brillante  
idea y su capacidad para utili-  
zar conocimientos de distintas  
ramas de las ciencias y solucio-  
nar un problema específico. Me

conmovió mucho su sentido  
de justicia social y su tenaci-  
dad ante las dificultades que  
enfrentó durante el proceso de  
realización de su proyecto.  
Jack Andraka nació en el estado  
de Maryland, Estados Unidos.  
Es un aficionado de las ciencias,

gusta de realizar experimentos  
y leer revistas científicas. Desde  
pequeño, Jack tuvo acceso a  
artículos publicados en *Scien-  
ce*, *Nature* y *Journal of Clinical  
Neurology*, entre otras revistas  
científicas de gran prestigio. Un  
amigo de su familia murió por  
cáncer de páncreas, mal que  
cada año mata 40,000 perso-  
nas en los Estados Unidos. Los  
métodos existentes para la de-  
tección temprana de cáncer de  
páncreas son poco eficientes y  
caros. Por esta razón, de acuer-  
do a la Sociedad Americana de  
Cáncer, sólo el 20% de los pa-  
cientes con cáncer de páncreas  
sobreviven un año y apenas 4%  
sobreviven cinco años.

Consciente de que cada día  
mueren más de 100 personas  
por este mal, Jack quiso hacer  
algo para su detección tem-  
prana. Un día, se le ocurrió una  
idea durante una clase de cien-  
cias en su escuela. Aterrizó la  
idea en un proyecto de inves-  
tigación y escribió a muchos  
científicos para pedirles ayuda  
y acceso a sus equipos y labo-  
ratorios; uno de los equipos so-  
licitados fue el microscopio de  
tunelaje de barrido (STM, por  
sus siglas en inglés, *Scanning  
Tunneling Microscope*), una te-  
cnología avanzada por la cual  
sus inventores, Gerd Binnig y  
Heinrich Rohrer, recibieron el  
premio Nobel de física en 1986.  
El STM permite observar mate-  
riales sintéticos conductores,  
así como moléculas biológicas.  
Jack recibió 197 rechazos y al-  
gunos científicos le dijeron que  
su proyecto no funcionaría. Fi-  
nalmente, un profesor de pa-  
tología y oncología, el Dr. Anir-  
ban Maitra, de la Universidad  
de Johns Hopkins (EUA), acep-  
tó ayudarlo. Con el apoyo del  
Prof. Maitra, Jack empezó a cul-  
tivar unas células llamadas MIA  
PaCa, de una línea comercial  
de células de carcinomas pan-  
creáticos que tienen exceso de  
*mesotelina*, proteína indicativa  
del cáncer de páncreas. Jack  
aisló la mesotelina, la concen-  
tró y la cuantificó con un mé-  
todo estandarizado (conocido  
como ELISA) para emplearla en  
pruebas posteriores. Después,  
mezcló anticuerpos específicos  
de la mesotelina humana con  
un material novedoso forma-  
do por *nanotubos de carbono  
de pared simple*. Éstos son tu-  
bos de uno a dos nanómetros  
(nm) de diámetros y de 200 a  
5000 nm de longitud (1nm es  
la millonésima parte de un mi-  
lím metro) cuyas paredes están  
formadas por un arreglo hexa-  
gonal de átomos de carbono.  
Los nanotubos de carbonos  
son muy buenos conductores



**CON CABLEMÁS  
ON DEMAND  
LAS PELÍCULAS  
ESPERAN POR TI.**

Olvídate de correr para alcanzar la película que quieres ver.  
A partir de ahora, tendrás en tu televisión el catálogo  
más amplio con los mejores estrenos en alta definición.

Renta al mejor precio cualquier película y disfrútala  
desde tu casa las veces que quieras durante 24 horas.

Tanta comodidad sólo es posible  
con Cablemás On Demand.

Tu tele te está pidiendo un SMARTBOX

cablemas.com

el futuro a tu alcance

Aplica para clientes con servicio de Video Básico Digital + Internet en adelante. Aplica cargo adicional por cada película o evento que solicite del catálogo, el precio varía según la categoría. Consulta otros términos, condiciones, cobertura y disponibilidad en oficinas Cablemás o al 01 800 522 2530.

# oven de 15 años



**Figura 1. Foto del biosensor de Jack Andraka. El color negro viene de los nanotubos de carbono**

eléctricos y, en forma de polvo, tienen un color negrozco.

Lo más interesante es que Jack cubrió tiritas de filtros ordinarios de papel con la mezcla de nanotubos y anticuerpos (Figura 1). Estas tiras se parecen a los papelitos empleados para medir pH en los laboratorios de química, aunque difieren por su color y por la sustancia orgánica que llevan adentro.

Figura 1. Foto del biosensor de Jack Andraka. El color negro viene de los nanotubos de carbono. La imaginación de Jack resultó ser asombrosa, ya que mezcló un producto biológico (los anticuerpos de mesotelina) con un material conductor novedoso a base de carbono que es mucho más ligero y más compatible con las moléculas biológicas que cualquier conductor metálico. Cuando una tira negra de Jack entra en contacto con un líquido que contiene mesotelina, como la sangre humana, el anticuerpo que está dentro del papel se liga a la misma para formar una molécula más grande; de esta manera, la mesotelina queda atrapada en la pintura negra de la tira de Jack. La incorporación de mesotelina en la pintura hace que ésta se expanda para dar espacio a las nuevas proteínas,

de manera que la concentración volumétrica de sus nanotubos de carbono disminuye.

A una mezcla de dos materiales distintos se le llama *material compuesto*. La pintura negra de Jack es un *bio-compuesto*. La conductividad de un material compuesto depende de la

proporción volumétrica entre sus dos componentes. En el caso de las tiritas de Jack, si la concentración de los nanotubos de carbono es suficientemente alta, la pintura negra tendrá la misma conductividad de los nanotubos de carbono y la tira permitiría el paso de una corriente eléctrica. La incorporación de mesotelina en la pintura negra hace expandir el bio-compuesto original, obligando a los nanotubos de carbono a dispersarse entre sí, reduciendo para cada uno la probabilidad de hacer contacto eléctrico con otros nanotubos. Por ello, la corriente eléctrica se reduce cuando se incorpora la mesotelina en las tiras. Mientras más mesotelina contenga la sangre, más se incorpora en las tiritas de Jack y mayor es su efecto sobre su conductividad. De esta forma se puede detectar la concentración de mesotelina en la sangre humana. Las tiritas de Jack son *biosensores* porque cambian una señal eléctrica cuando están en contacto con ciertas sustancias biológicas.

El fenómeno de la conductividad eléctrica de un material compuesto se describe mediante la teoría de percolación (Figura 2). Cuando la concentración de la fase conductora es muy baja, la conductividad eléctrica del compuesto es mala (recuadro A en la figura 2). En caso opuesto, el material compuesto tiene una alta conductividad (recuadro C en la Figura 2). Sin embargo, la relación entre la conductividad y el porcentaje volumétrico de la fase conductora de un material compuesto no es lineal, sino que se asemeja a una letra S. Hay

un punto llamado el *punto de percolación* (el círculo pequeño en la Figura 2), antes del cual el material compuesto es muy mal conductor, y a partir del cual la conductividad aumenta rápidamente: un pequeño cambio en la concentración de la fase conductora puede causar un enorme cambio en la conductividad del material compuesto (recuadro B de la figura 2).

Figura 2. Gráfica logarítmica de la conductividad eléctrica como función de la fracción volumétrica de la fase conductora (ilustrada por líneas negras en los recuadros A, B y C).

Me imagino que Jack ha de haber conocido este secreto. La curva de percolación, en la Figura 2, se asemeja a una resbaladilla y la concentración óptima de los nanotubos de carbono en la pintura negra está en la zona cercana a la de percolación, esto es, en la zona donde la resbaladilla cae más abruptamente (recuadro B en la Figura 2). Entonces, la entrada de una pequeña cantidad de mesotelina a la tira de Jack reduciría enormemente su conductividad, y de esta manera podría detectar concentraciones bajísimas de la proteína y así reconocer la presencia del cáncer de páncreas en su etapa inicial. El uso del microscopio STM pudo ayudar a Jack a encontrar la composición óptima del recubrimiento negro de sus tiritas.

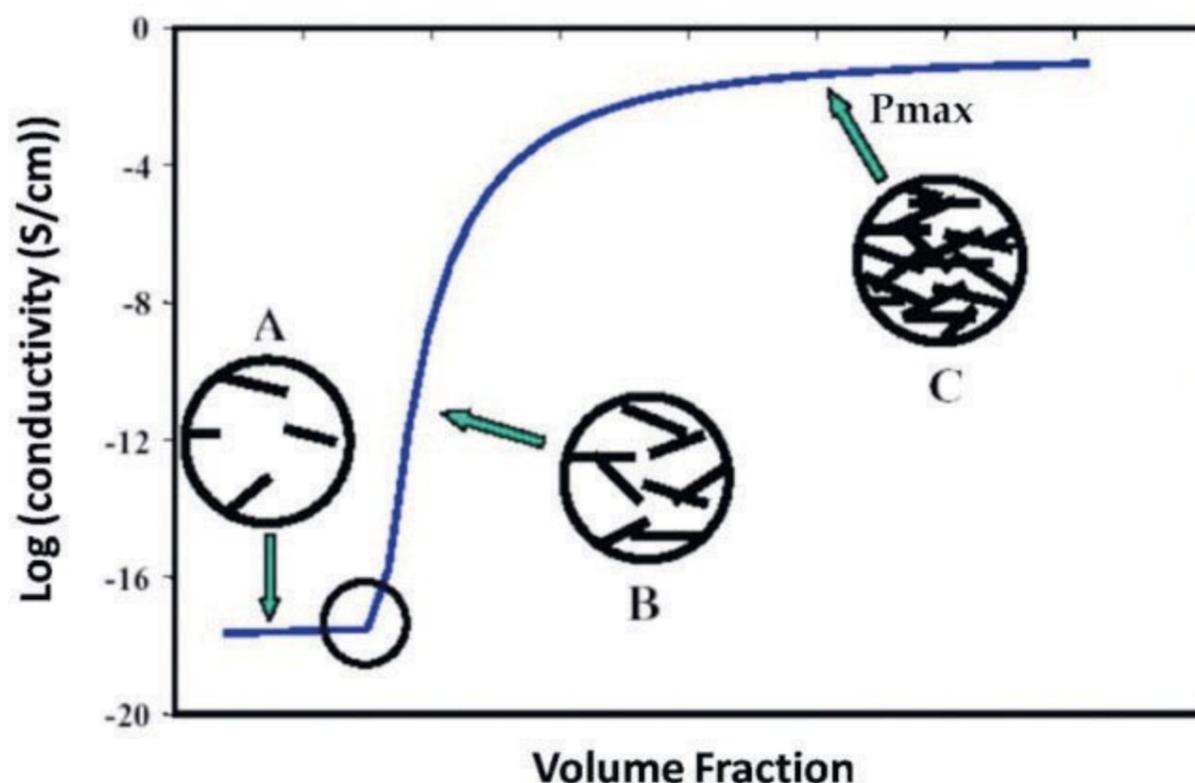
El límite de sensibilidad de detección del sensor de Jack es de 0.156 nanogramos por mililitro (ng/mL; un nanogramo es la milmillonésima parte de un gramo), por lo cual

fácilmente puede detectar una concentración de 10 ng/mL, considerada como la sobreexpresión de mesotelina que indica la existencia de un cáncer de páncreas. Además, el sensor de Jack cuesta tres centavos de dólar americano, mucho menos que la prueba usual que cuesta 800 dólares americanos, y realizar la prueba toma apenas cinco minutos. El método es 400 veces más sensible que el estándar ELISA, y de 25% a 50% más precisa que otra prueba conocida como CA19-9. En diciembre del año pasado, el invento de Jack fue reconocido con el prestigioso premio Gordon E. Moore otorgado por la compañía INTEL. Los jurados de INTEL afirman que el método de Jack Andraka tiene una precisión de 90% para diagnosticar este cáncer.

No he confirmado con ningún especialista en cáncer de páncreas sobre la viabilidad del invento de Jack Andraka. Lo que me emociona mucho es el poder de la imaginación de los jóvenes y su habilidad para manejar conocimientos científicos y con ellos beneficiar a la humanidad. Ojalá que haya muchos Jacks en diferentes ámbitos de la sociedad para que la vida sea más bella, tanto para los jóvenes como para los no tan jóvenes.

#### Referencias:

<http://www.takepart.com/article/2013/01/27/jack-andraka>  
<http://www.smithsonianmag.com/science-nature/Jack-Andraka-the-Teen-Prodigy-of-Pancreatic-Cancer-179996151.html>



**Figura 2. Gráfica logarítmica de la conductividad eléctrica como función de la fracción volumétrica de la fase conductora (ilustrada por líneas negras en los recuadros A, B y C).**