

# Virus que generan electricidad

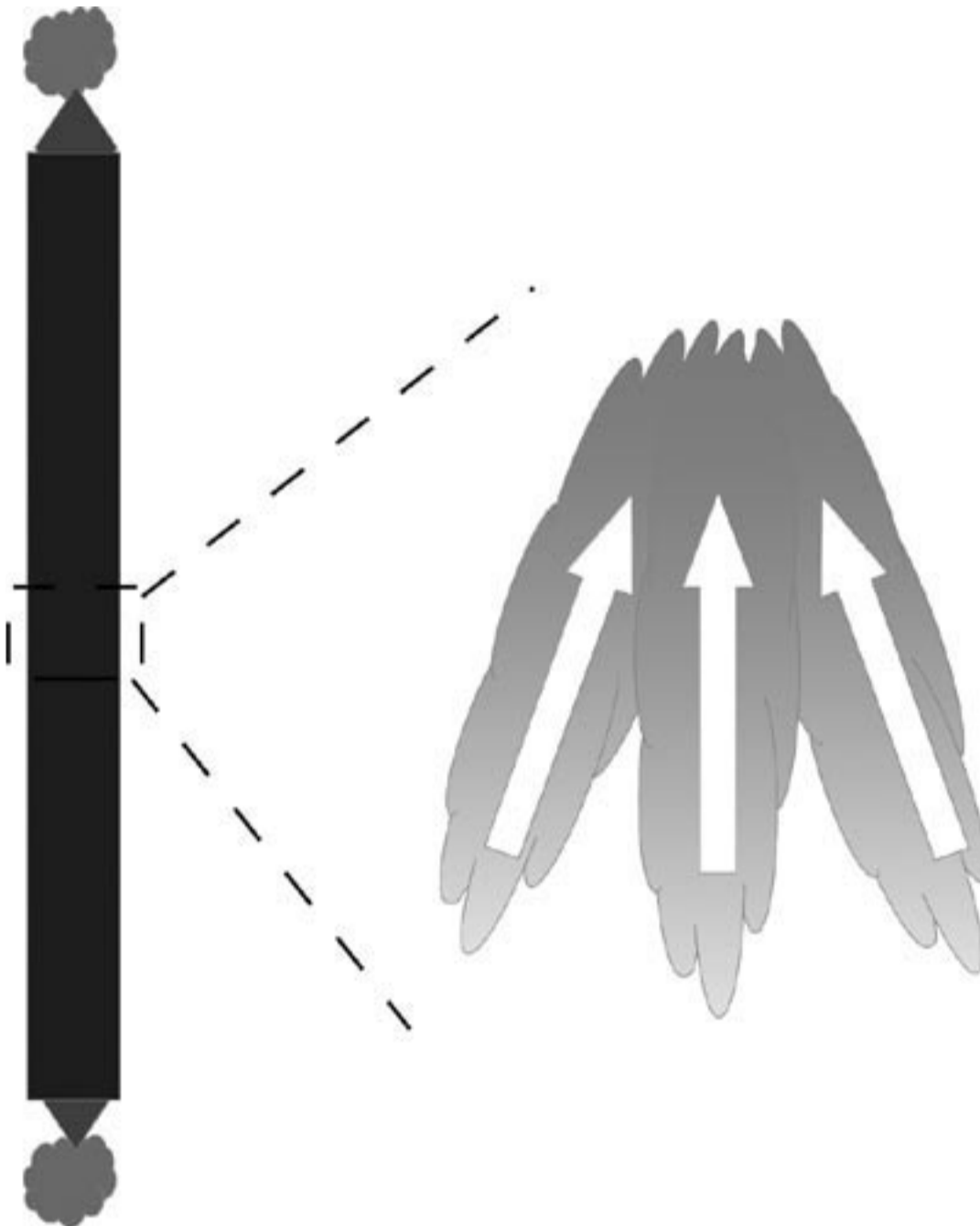
E. R. L. Loustau<sup>1,2</sup> y J. A. del Río Portilla<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Energía, UNAM

<sup>2</sup> Centro de Ciencias de la Complejidad, UNAM

<sup>3</sup> Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Casi siempre que usamos la palabra virus nos referimos a alguna situación desagradable: hablamos de virus que producen enfermedades como el sida, la gripe aviar o porcina; también nos referimos a “virus informáticos”, no biológicos, que destruyen nuestros datos o inutilizan nuestras computadoras. Es decir, usamos la palabra virus para designar dos cosas totalmente diferentes: los virus biológicos y los virus informáticos que son entes totalmente diferentes; los primeros *infectan* a los organismos vivos y los segundos infectan a las computadoras. En este texto comentaremos una aplicación novedosa, interesante y benéfica de algunos virus biológicos: virus que son capaces de generar electricidad. En mayo pasado, investigadores de la Universidad de California y del Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley, Estados Unidos, encontraron la forma de construir un dispositivo que al oprimirlo genera un campo eléctrico suficiente para poner a funcionar una pantalla de cristal líquido [1], como las que se utilizan en modernos dispositivos electrónicos (ver el video en <http://www.nature.com/nnano/journal/v7/n6/extref/nnano.2012.69-s2.mov> o también en <http://bit.ly/OdP6nq>). Los cristales líquidos son un estado de agregación de la materia que posee propiedades de líquidos y sólidos, ya que sus moléculas presentan un orden en posición y orientación de largo alcance como en los cristales, pero con la variante de que fluyen como en un líquido. Lo que nos llamó más la atención fue que el dispositivo contiene el virus M13 y que al presionar los virus, es posible encender una pequeña pantalla (ver figura 1). Este virus tiene una propiedad muy interesante: al presionarlo desplaza algunas de sus partes cargadas eléctricamente, generando un pequeño voltaje. Al fenómeno que genera un voltaje a partir de una presión mecánica en un cierto material se le conoce como *piezoelectricidad*. Así, este virus es un *biopiezoelectrico* y en un dispositivo adecuado es capaz de suministrar suficiente energía eléctrica para operar una pantalla de cristal líquido con posibilidades de escalamiento, es



**Figura 1.** En el lado izquierdo se muestra el esquema del bacteriófago M13 que tiene una longitud de cerca de 800 nanómetros y solamente 6.6 nanómetros de diámetro. En la parte derecha, se indica cómo en una pequeña región bajo presión, la carga negativa de la región clara se aproxima hacia la región oscura produciendo un campo eléctrico.

decir, se le puede conectar en serie o en paralelo con otros dispositivos similares para incrementar el voltaje obtenido. Se piensa que este tipo de biodispositivos podría ser utilizado para desarrollar, por ejemplo, almacenes de energía en miniatura; pero ¿cómo funcionan?

En general, los materiales piezoeléctricos transforman los estímulos mecánicos en estímulos eléctricos, y a la inversa, los estímulos eléctricos en mecánicos. Los piezoeléctricos inorgánicos aparecen en la naturaleza en forma de cristales, un ejemplo de ellos es el cuarzo que se utiliza en algunos relojes electrónicos. También se pueden fabricar materiales piezoeléctricos, llamados piezoeléctricos sintéticos. En nuestra experiencia cotidiana utilizamos piezoeléctricos en los encendedores electrónicos, calentadores electrónicos, en los

motores de los automóviles y los sensores de presión, entre otras aplicaciones. En los materiales piezoeléctricos, las cargas eléctricas negativas y positivas se desplazan bajo presión y es precisamente la separación de las cargas la que genera una diferencia de potencial eléctrico o voltaje, que se puede aprovechar para producir una chispa que desencadene otros procesos, o bien, que genere una respuesta mecánica para producir movimiento.

El virus M13 es un bacteriófago capaz de infectar una bacteria al introducirse en su maquinaria genética para fabricar y ensamblar en ella millones de réplicas del M13 original. Estos virus tienen la forma de una barra cilíndrica de 800 nanómetros de longitud y diámetro de 6.6 nanómetros, como se muestra en la figura 2 (recordemos que 1 nanómetro es igual la mil millonésima parte

de un metro, aproximadamente cien mil veces menor que el grosor de un cabello). Los virus M13 están compuestos de 2700 copias de una proteína llamada pVIII dispuestas en una configuración -helicoidal (espiral diestra), 5 copias de una proteína llamada pIII en uno de los extremos de la barra y de 5 copias de la proteína pIX en el extremo opuesto. Es importante mencionar que el virus sólo se introduce en bacterias, es decir, no infecta otro tipo de organismos, y su acción no es letal para ellas, por lo que este bacteriófago sólo le ocasiona una “gripe” a la bacteria al infectarla y reproducirse en ella.

Cuando presionamos al virus M13, se deforma y la carga eléctrica presente en su estructura se polariza, es decir, la región con carga positiva se separa de la negativa y con ello aparece un voltaje. Por el contrario, si se

atan los extremos del virus M13 a una monocapa de oro, es decir, una capa formada por átomos de oro arreglados en una superficie, y se aplica un voltaje, la respuesta de los virus consiste en elongarse o contraerse de modo que se ejerce una fuerza capaz de torcer la monocapa, formando un patrón de crestas y valles. Esto se observa más claramente si unimos muchos virus para incrementar sustancialmente la tensión a la que se somete a la lámina de oro. Por otra parte, si sobre la monocapa de oro que contiene a los virus se aplica una presión, se produce una diferencia de potencial de hasta 400 milésimas de volt, que se puede utilizar para operar una pantalla hecha de cristales líquidos. Entonces, debido a que el arreglo de virus M13 en las monocapas de oro produce una respuesta mecánica ante un estímulo eléctrico y una respuesta eléctrica ante un estímulo mecánico, se considera que estos virus son intrínsecamente piezoeléctricos.

Las respuestas piezoeléctricas de los virus M13 pueden optimizarse; por ejemplo, si en el cuerpo del virus aumentamos la carga negativa, incrementamos consecuentemente su capacidad de generar voltaje. Al usar herramientas de la ingeniería genética, el grupo de investigadores ha logrado modificar la estructura del virus y amplificar el efecto piezoeléctrico que presenta. Otra forma de obtener mejores resultados es incrementando el número de virus en la monocapa, entonces el grosor de la película aumenta.

La fabricación de este biopiezoelectrico resulta sencilla, pues las técnicas de síntesis de monocapas y la ingeniería genética en los virus M13 están bien dominadas, además de que la autoorganización de los virus, parecida a la de los cristales líquidos, favorece el desarrollo del experimento. Los virus M13 sobre el sustrato de oro se ordenan de modo que todos presentan una misma orientación y posición, y bajo la acción de un campo eléctrico todos fluyen produciendo la deformación de la monocapa.

La piezoelectricidad de los biomateriales se puede aprovechar para crear dispositivos híbridos como el aquí descrito. Se sabe que materiales naturales orgánicos (biomateriales) como los huesos, las fibras de colágeno o los nano tubos de péptidos poseen propiedades piezoeléctricas interesantes que siguen siendo estudiadas para comprenderlas totalmente. Los biomateriales son más complejos que un cristal, pues además de integrar muchos elementos químicos, también tienen muchas otras funciones. Aun y con estos inconvenientes,

¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTÁCTANOS: editorial @acmor.org.mx



**Figura 2.** La foto muestra que al presionar los virus piezoeléctricos aparece el número 1 en la pequeña pantalla del dispositivo. El guante se usa para proteger a los virus, no a la persona. Foto tomada en el Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley y obtenida de <http://www.flickr.com/photos/berkeleylab/7199303830/>

los investigadores californianos lograron utilizar el virus M13 para la construcción de un biopiezoelectrico que promete muchas aplicaciones.

Los materiales inorgánicos y orgánicos que interactúan naturalmente desde hace millones de años, lo harán ahora también en la nueva tecnología en desarro-

llo, pero de una forma diferente y novedosa. Imaginemos, por ejemplo que nuestros teléfonos, computadoras o calculadoras portátiles contengan en su interior a los virus M13 y que con sólo presionar una parte de ellos suministren de energía a las pantallas, sin necesidad de baterías o de conectarlas a una fuente de

electricidad externa. Una nueva era de materiales ingeniosos que apuntan a comportamientos inimaginables se acerca, una era en la que se utilizarán las propiedades de los biomateriales y las de los materiales inorgánicos para diseñar, construir y fabricar dispositivos que serán parte de novedosas aplicaciones

de la tecnología.

Bibliografía.

[1] B. Yang Lee, J. Zhang, Ch. Zueger, W-J. Chung, S. Y. Yoo, E. Wang, J. Meyer, R. Ramesh and S-W. Lee, *Virus-based piezoelectric energy generation*, Nature Nanotechnology Letters, DOI:10.1038/NNANO.2012.69.

Para actividades recientes de la Academia y artículos anteriores puede consultar: [www.acmor.org.mx](http://www.acmor.org.mx)

## CARTELERA CINES

**VIGENCIA: DEL VIERNES 12 DE OCTUBRE AL JUEVES 18 DE OCTUBRE DEL 2012.**

### DIANA

TED ING 11:10 / 13:25 / 15:40 / 17:55 / 20:20 / 22:35  
AMIGOS 11:50 / 14:20 / 16:40 / 19:05 / 21:25  
BUSQUEDA IMPLACABLE 2 DIF 17:10 / 19:10 / 21:10 / 23:10  
QUE ESPERAR CUANDO 2P 12:20 / 14:40  
BUSQUEDA IMPLACABLE 2 (ILOCK S3) 12:10 / 14:10 / 16:10 / 18:10 / 20:10 / 22:10  
HOTEL TRANSYLVANIA 3D ESP DIG3D 3P 12:00 / 14:00 / 16:00  
CHIMPANCES DIG DIG2D 18:20 / 20:35 / 22:25  
HOTEL TRANSYLVANIA ESP DIG DIG2D 11:15 / 13:15 / 15:15 / 17:15 / 19:30 / 21:30  
HOTEL TRANSYLVANIA ESP 12:15 / 14:15 / 16:15 / 18:15 / 20:15 / 22:15  
FRANKENWEENIE 3D DIG3D 11:30 / 13:30 / 15:30 / 17:30 / 19:45 / 21:45  
FRANKENWEENIE DP 11:00 / 13:00 / 15:00 / 17:00 / 19:00 / 21:00 / 23:00  
BEL AMI EL SEDUCTOR 14:30 / 16:45 / 18:55 / 21:05  
VIAJE DE GENERACION 1P 12:30  
ASESINO DEL FUTURO 10:50 / 13:20 / 15:50 / 18:15 / 20:45 / 23:15  
SINIESTRO 11:25 / 13:45 / 16:05 / 18:30 / 20:50

### JACARANDAS

FRANKENWEENIE 3D DIG3D 14:00 / 16:00 / 18:00 / 20:00 / 22:00  
HOTEL TRANSYLVANIA ESP DIG DIG2D 1P 12:00  
ASESINO DEL FUTURO 10:55 / 13:20 / 15:50 / 18:15 / 20:40 / 23:05  
HOTEL TRANSYLVANIA ESP DIG DIG2D 11:00 / 13:00 / 15:00 / 17:00 / 19:00 / 21:00 / 23:00  
BUSQUEDA IMPLACABLE 2 DIF 11:30 / 13:30 / 15:30 / 17:30 / 19:30 / 21:30  
BUSQUEDA IMPLACABLE 2 (ILOCK S4) 12:30 / 14:30 / 16:30 / 18:30 / 20:30 / 22:30  
FRANKENWEENIE DIF2P 12:15 / 14:15  
TED ESP 16:15 / 18:25 / 20:35 / 22:45  
FRANKENWEENIE (ILOCK S6) 11:15 / 13:15 / 15:15 / 17:15 / 19:15 / 21:15 / 23:15  
SINIESTRO 11:10 / 13:25 / 15:40 / 17:55 / 20:10 / 22:25  
RESIDENT EVIL 5 DOB 11:45 / 13:45 / 15:45 / 17:45 / 19:45 / 21:45  
LA CASA DE AL LADO 14:50 / 18:55 / 21:05 / 23:10  
VIAJE DE GENERACION 1A, 2A Y 4A 10:50 / 12:50 / 16:55

### CINEMEX CUAUTLA

BEL AMI EL SEDUCTOR 11:50 / 13:55 / 15:55 / 17:55 / 19:55 / 21:55  
FRANKENWEENIE 3D DIG3D 12:20 / 14:20 / 16:20 / 18:20 / 20:20 / 22:20  
BUSQUEDA IMPLACABLE 2 DIF 17:15 / 19:15 / 21:15 / 23:15  
QUE ESPERAR CUANDO 2P 12:40 / 14:55  
BUSQUEDA IMPLACABLE 2 (ILOCK S3) 12:15 / 14:15 / 16:15 / 18:15 / 20:15 / 22:15  
HOTEL TRANSYLVANIA ESP DIF 12:00 / 14:00 / 16:00 / 18:00  
AMIGOS 2U 20:00 / 22:20  
HOTEL TRANSYLVANIA ESP (ILOCK S5) 11:00 / 13:00 / 15:00 / 17:00 / 19:00 / 21:00 / 23:00  
FRANKENWEENIE DP 11:15 / 13:15 / 15:15 / 17:20 / 19:20 / 21:20 / 23:20  
HOTEL TRANSYLVANIA 3D ESP DIG3D 11:30 / 13:30 / 15:30 / 17:30 / 19:30 / 21:30 / 23:30  
VIAJE DE GENERACION 16:30 / 22:30  
LA CASA DE AL LADO 3A Y ULTIMA 12:30 / 14:30 / 18:30 / 20:30  
SINIESTRO 11:05 / 13:20 / 15:35 / 17:50 / 20:05 / 22:25  
RESIDENT EVIL 5 DOB 3ALT 13:25 / 17:40 / 21:50  
TED ESP 3ALT 11:20 / 15:40 / 19:50  
ASESINO DEL FUTURO 12:10 / 14:35 / 16:55 / 19:25 / 21:40

# PREMIOS ACMor – La Unión 2012



## Premio al Ensayo Científico Juvenil '12

**Quiénes pueden participar:** Estudiantes inscritos en una secundaria o en una institución de educación media superior, pública o privada, del Estado de Morelos.

**Qué se necesita:**

- Ser alumno inscrito en una secundaria o en una institución de educación media superior del Estado de Morelos, pública o privada, que cuente con reconocimiento oficial.
- Escribir un ensayo científico original, con una extensión entre 10,000 y 15,000 caracteres (contando espacios) firmado con un pseudónimo, sobre cualquier tema de las áreas de Matemáticas, Química, Física o Biología.
- Cumplir con todos los requisitos y entregar la documentación descrita en las reglas de la convocatoria.

**Fecha límite: 12 noviembre 2012**

**Premios:** Se elegirá un ganador a nivel de secundaria y otro a nivel de educación media superior. Cada premio consistirá de \$ 10,000.00 M.N., un diploma y la publicación del ensayo.

**Resultado:** El resultado se dará a conocer el día 14 de diciembre de 2012. Los ganadores serán contactados vía electrónica o telefónica para dar a conocer el fallo del jurado.

## Premio Profesor Distinguido '12

**Quiénes pueden participar:** Profesores que impartan clases en una secundaria o en una institución de educación media superior, pública o privada, del Estado de Morelos y se hayan distinguido por su labor en la promoción de la ciencia.

**Qué se necesita:**

- Ser profesor en una secundaria o en una institución de educación media superior, pública o privada, del Estado de Morelos.
- Haber desarrollado recientemente actividades sobresalientes que promuevan el desarrollo científico de los jóvenes de Morelos.
- Cumplir con todos los requisitos y entregar la documentación descrita en las reglas de la convocatoria.

**Fecha límite: 12 de noviembre de 2012**

**Premios:** El premio consistirá de \$ 10,000.00 M.N. y un diploma.

**Resultado:** El resultado se dará a conocer el día 14 de diciembre de 2012. El ganador será contactado vía electrónica o telefónica para dar a conocer el fallo del jurado.



ACADEMIA DE CIENCIAS  
DE MORELOS, A.C.

La Unión  
DE MORELOS

Más información en:  
[www.acmor.org.mx](http://www.acmor.org.mx)