



UNAM  
CAMPUS  
JURIQUILLA

# Gaceta

Órgano Informativo de la Universidad Nacional Autónoma de México Campus Juriquilla



## Ricitos de oro en el planeta Tierra



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNAM

RECTOR  
Dr. José Narro Robles

SECRETARIO GENERAL  
Dr. Eduardo Bárzana García

SECRETARIO ADMINISTRATIVO  
Lic. Enrique del Val Blanco

ABOGADO GENERAL  
Lic. Luis Raúl González Pérez

COORDINADOR DE LA  
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA  
Dr. Carlos Arámburo de la Hoz

### Campus Juriquilla

CONSEJO DE DIRECCIÓN  
Dr. Gerardo Carrasco Núñez  
Dr. Raúl Gerardo Paredes Guerrero  
Dr. Ramiro Pérez Campos  
Dr. German Buitrón Méndez  
Dr. Juan B. Morales-Malacara  
Dr. Saúl Santillán Gutiérrez

COORDINADOR DE SERVICIOS  
ADMINISTRATIVOS  
Arq. Pedro Beguerisse Ortiz

JEFE UNIDAD DE VINCULACIÓN  
Juan Villagrán López

CONSEJO EDITORIAL  
Carlos M. Valverde Rodríguez  
Juan Martín Gómez González  
Rosa Elena López Escalera  
Alejandro Vargas Casillas  
Enrique A. Cantoral Uriza  
Juan Villagrán López

DISEÑO Y FORMACIÓN  
I.S.C. Oscar L. Ruiz Hernández

GACETA UNAM, CAMPUS JURIQULLA  
es una publicación trimestral editada  
por la Unidad de Vinculación, Difusión  
y Divulgación Universitaria del Campus.

Boulevard Juriquilla No. 3001,  
Juriquilla, Oro.  
MÉXICO, C.P. 76230

Certificado de reserva de derechos al  
uso exclusivo de título  
N° 04-2008-110313561400-109.  
Impresión: Hear Industria Gráfica, Calle 1  
No. 101, Zona Industrial Benito Juárez.  
C.P. 76120.

Tiraje: 2000 ejemplares

TELÉFONOS VINCULACIÓN  
(442) 192 6131, 32 y 35

CORREO ELECTRÓNICO  
vjllagran@teljuriquilla.unam.mx



pag. 4

### Ricitos de oro en el planeta Tierra

UMDI FC-J - Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación de la Facultad de Ciencias

# Contenido

pag. 6

### Supervolcanes: peligros y beneficios

CGEO - Centro de Geociencias

pag. 8

### Hormonas tiroideas y el crecimiento de peces

INB - Instituto de Neurobiología

pag. 12

### La acústica para terapias con ácidos nucleicos

CFATA - Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada

pag. 14

### Control de procesos en biotecnología ambiental

LIPATA - Laboratorio de Investigación en Procesos Avanzados de Tratamiento de Aguas

## Índice de autores

### CFATA

Enrique Gerardo González Arango  
[enrique\\_1ga@hotmail.com](mailto:enrique_1ga@hotmail.com)

Estudiante de tercer semestre de la Licenciatura en Tecnología, impartida en el CFATA y actualmente realiza una estancia de investigación en los laboratorios de Nanobio-óptica y de Ondas de Choque.

Luz María López Marín  
Doctora en Bioquímica, investigadora titular del CFATA-UNAM y responsable del Laboratorio de Nanobio-óptica. Una de sus líneas de investigación es el estudio de los efectos producidos por ondas de choque en células humanas.

Achim Max Loske Mehling  
Doctor en Física, investigador titular del CFATA-UNAM y responsable del Laboratorio de Ondas de Choque. Durante más de 20 años ha explorado el uso de las ondas de choque para usos médicos.

### CGEO

Gerardo J. Aguirre Díaz  
[ger@geociencias.unam.mx](mailto:ger@geociencias.unam.mx)

Investigador del CGEO y trabaja en calderas de colapso desde 1985. Fundador y coordinador de la Comisión de Calderas de Colapso de la International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior, IAVCEI, del 2008 al 2010. Es miembro de la UGM, de la GSA, de la AGU, y de la IAVCEI.

Aurea Orozco  
[aureao@unam.mx](mailto:aureao@unam.mx)

Investigador Titular A del INB. Su interés académico se centra en la fisiología tiroidea, la regulación de la activación de las hormonas tiroideas a nivel celular, así como sus mecanismos de acción nuclear.

Pamela Navarrete  
Estudiante del Programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas. Su interés académico es el estudio de los mecanismos endocrinos del crecimiento en teleosteos.

### UMDI FC-J

Dara Salcedo González  
[dara.salcedo@ciencias.unam.mx](mailto:dara.salcedo@ciencias.unam.mx)

Profesora Titular de la UMDI-Facultad de Ciencias, Juriquilla. Realizó su doctorado en Físicoquímica en el Massachusetts Institute of Technology (MIT). Es especialista en estudios químicos de la atmósfera.

### LIPATA

Alejandro Vargas Casillas  
[avargasc@ii.unam.mx](mailto:avargasc@ii.unam.mx)

Investigador titular en la Unidad Académica Juriquilla del Instituto de Ingeniería de la UNAM y su principal línea de investigación es el modelado matemático y el control de bioprocesos de tratamiento de aguas.

### Y usted... ¿Qué opina?

Javier Valles Valenzuela  
[jvalles@teljuriquilla.unam.mx](mailto:jvalles@teljuriquilla.unam.mx)

Coordinador de la Biblioteca del Campus.

# EDITORIAL

## El Ideario de José Narro Robles como Rector de la UNAM

Consejo Editorial

El pasado 17 de noviembre la Junta de Gobierno de la Universidad designó por un segundo periodo (2011-2015) al Dr. José Narro Robles como rector de la Universidad Nacional Autónoma de México.

El proceso de selección comenzó el 3 de octubre y terminó el 10 de noviembre. Para la designación, la Junta de Gobierno tomó en cuenta la situación general del país, la de la educación superior y la de la propia UNAM. Durante su comparecencia los diferentes aspirantes coincidieron en sostener el carácter nacional, público y laico de nuestra universidad, así como los principios de libertad de cátedra, investigación y compromiso social.

En su mensaje a la comunidad universitaria y a la sociedad en general, el Dr. Narro expresó su convicción de que la UNAM es una extraordinaria institución. Con sobrada razón afirmó que a lo largo de su historia, la UNAM ha contribuido a construir el México actual y que la sociedad se debe sentir profundamente orgullosa de ella. También manifestó como su propósito central fortalecer a nuestra casa de estudios, la cual

ha demostrado ser capaz de reunir y hacer compatibles aspectos que, aparentemente, son paradójicos: la cantidad y la calidad. Resaltó el profundo compromiso social de la UNAM con la nación a la cual se debe. Del mismo modo, expresó que busca contagiar a la comunidad su orgullo de ser universitario. Exhortó a que todos sumemos en la misma dirección todas nuestras capacidades, esfuerzo y trabajo, nuestros saberes y quehaceres: *“México requiere de instituciones fuertes, vigorosas, participativas como lo es la Universidad Nacional Autónoma de México. México requiere que las mujeres y los hombres, preparados y trabajadores, pongan al servicio de la sociedad la capacidad que tienen. En la comunidad universitaria, desde nuestros estudiantes hasta nuestros académicos, desde nuestros trabajadores hasta el cuerpo directivo, todos tenemos una enorme responsabilidad en ese sentido.”*

Esta renovación de periodo también debe significar un compromiso de innovación y autocrítica de toda la comunidad. Es importante entender que el refrendo de

liderazgo tendrá sentido en la medida que asumamos que todos y cada uno de nosotros somos parte importante de esta institución, que nuestro trabajo, esfuerzo y responsabilidad son fundamentales para que nuestra máxima casa de estudios siga siendo una de las principales universidades de Iberoamérica.

El 2012 es un año especial en el calendario de la vida inmediata del país. Es mucho lo que está en juego, y sumando nuestro trabajo al ideario del Rector Narro podremos contribuir a satisfacer los principales ideales de nuestra sociedad. Como él lo destacó al tomar protesta para su nuevo periodo: *“La auténtica función de las universidades trasciende a la de transmitir y generar conocimiento. El verdadero propósito tiene que ver con la vida en sociedad. Con la creación de modelos al respecto. Con la formación de ciudadanos libres, con conciencia colectiva, capaces de valorar principios éticos y la vida en sociedad. Atentos al cumplimiento de los marcos legales y de sus propias obligaciones. Aptos para la democracia, respetuosos de los derechos de los demás y competentes para exigir el cumplimiento de los propios”.*





# Ricitos de oro en el planeta Tierra

Dara Salcedo González



El planeta Tierra es capaz de mantener la vida como la conocemos debido en gran parte a que la temperatura global promedio en su superficie es alrededor de  $15^{\circ}\text{C}$ , lo cual permite la existencia del agua en forma líquida. El agua líquida es esencial para cualquier organismo vivo debido a que es el medio ideal para disolver nutrientes o desechos de las células y para transportar compuestos químicos. De hecho, la presencia de agua líquida es considerada por muchos astrobiólogos como un requisito en la búsqueda de otros planetas que alberguen vida en el Universo. Si comparamos la temperatura de la Tierra con la de nuestros planetas vecinos, Venus y Marte, podemos ver que el primero es demasiado caliente (con una temperatura promedio de  $460^{\circ}\text{C}$  se encuentra por arriba del punto de ebullición del agua), mientras que el segundo es demasiado frío ( $-50^{\circ}\text{C}$ , que es por debajo del punto de congelación del agua). De hecho, la Tierra es el único planeta en

el Sistema Solar que tiene la temperatura perfecta para la vida. A este fenómeno se le llama *efecto Ricitos de Oro*, haciendo referencia al cuento en el que Ricitos de Oro encuentra la sopa del papá y de la mamá osos muy caliente; en cambio, la sopa del osito pequeño está tan rica que se la come toda. La pregunta es: ¿por qué la Tierra mantiene una temperatura templada, mientras Marte y Venus no?

Los planetas del Sistema Solar reciben energía del Sol, por lo que evidentemente su temperatura está relacionada con la distancia a esta estrella. Como una primera aproximación, entre más cerca del Sol esté un planeta se esperaría una mayor temperatura. Sin embargo, la distancia al Sol no es suficiente para explicar las diferencias observadas entre las temperaturas de Venus, de la Tierra y de Marte. De hecho, haciendo un cálculo básico que toma en cuenta únicamente la cantidad

de energía solar que llega a cada planeta de acuerdo con su tamaño y distancia, y la fracción de dicha energía que es reflejada hacia el espacio, se obtienen como resultado temperaturas esperadas de aproximadamente  $-46^{\circ}\text{C}$ ,  $-17^{\circ}\text{C}$  y  $-56^{\circ}\text{C}$  para Venus, para la Tierra y para Marte, respectivamente. Tomando en cuenta que el cálculo se refiere a un modelo muy simple, las temperaturas calculadas para la Tierra y Marte están relativamente cercanas a las temperaturas medidas. Sin embargo, en el caso de la Tierra, la diferencia es suficiente para que el cálculo prediga que el agua existe en forma de hielo. En el caso de Venus, la diferencia entre la temperatura calculada y la real es demasiado grande como para considerar el cálculo acertado. Es decir, deben existir otros factores, además de la cantidad de energía proveniente del Sol y la distancia a esta estrella, que expliquen el *efecto Ricitos de Oro*.

El factor adicional más importante para ex-

plicar las diferencias en la temperatura promedio de Marte, de la Tierra y de Venus es su atmósfera, la cual funciona como una cobija que atrapa la energía del Sol y eleva la temperatura superficial de los planetas. A grandes rasgos, el Sol emite *luz visible* que llega hasta la superficie de los planetas porque los gases en la atmósfera son transparentes a dicha luz. La luz visible absorbida por la superficie hace que ésta se caliente y re-emita energía en forma de luz infrarroja hacia la atmósfera. Existen algunos gases, como el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ); el agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ); el ozono ( $\text{O}_3$ ) y el metano ( $\text{CH}_4$ ), que son capaces de absorber la luz infrarroja re-emitada; de modo que si estos gases se encuentran en la atmósfera atrapan la energía cerca de la superficie, y mantienen la temperatura por arriba del nivel esperado en ausencia de una atmósfera. A este efecto se le denomina *efecto invernadero* y la intensidad con que se presenta en cada planeta depende de la cantidad de gases capaces de absorber luz infrarroja en su atmósfera.

La atmósfera de la Tierra está compuesta principalmente por nitrógeno ( $\text{N}_2$ ) y oxígeno ( $\text{O}_2$ ), los cuales no pueden absorber luz infrarroja. Afortunadamente, también contiene una pequeña cantidad (menor al 1%) de gases de efecto invernadero (los más importantes son  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ ), gracias a los cuales la temperatura global del planeta se mantiene por arriba de los  $0^\circ\text{C}$ . Actualmente, todos los medios comentan sobre los efectos dañinos de los gases de efecto invernadero (principalmente del  $\text{CO}_2$ ), que están causando un calentamiento global y un cambio climático con efectos poten-

cialmente catastróficos. Es importante mencionar que el *efecto invernadero* en nuestro planeta es un proceso natural, gracias al cual existe la vida. Sin embargo, las actividades humanas en el último siglo han causado que la concentración de  $\text{CO}_2$  y de otros gases invernadero en la atmósfera aumente por arriba de la concentración natural. Este aumento es el que podría causar cambios climáticos preocupantes.

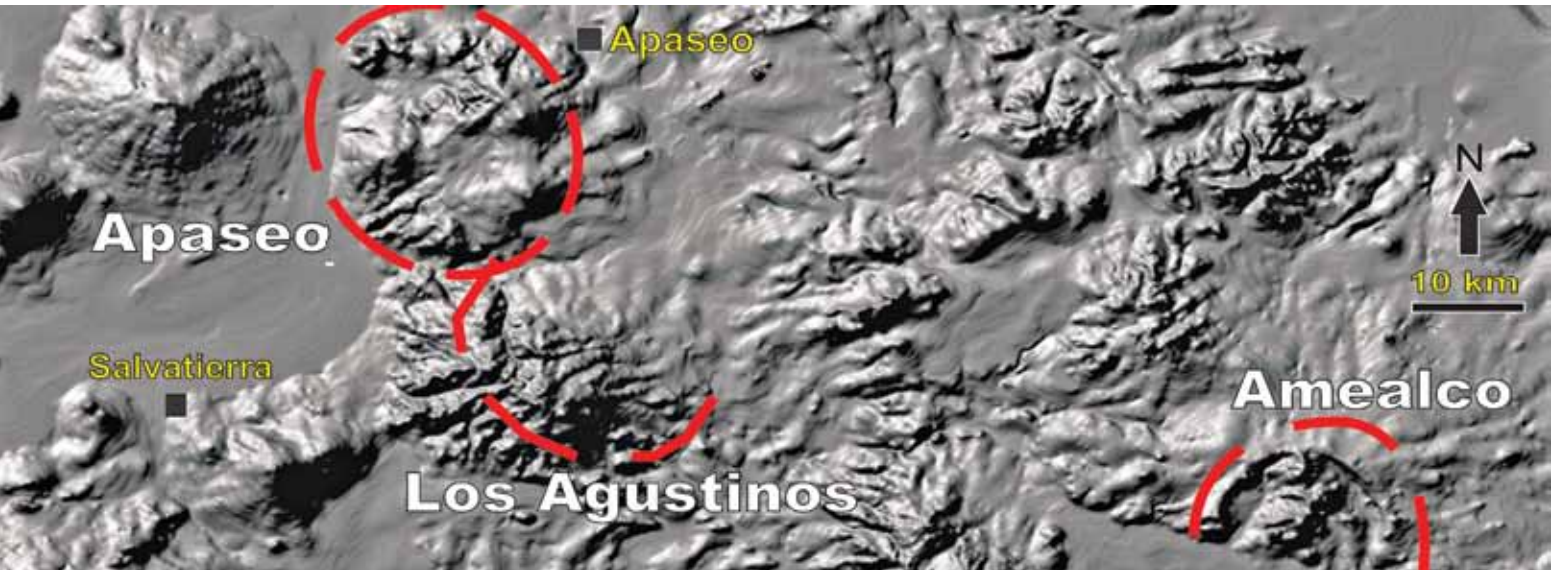
Comparado con la Tierra, Venus tiene una atmósfera 90 veces más densa, la cual está compuesta principalmente por  $\text{CO}_2$ . Por ello, el efecto invernadero es mucho más intenso y su temperatura mucho más alta. En contraste, la atmósfera de Marte, aunque también está compuesta principalmente de  $\text{CO}_2$ , equivale a menos del 1% de la atmósfera terrestre, por lo que el calentamiento causado por el efecto invernadero es casi nulo.

Finalmente, para completar la explicación del *efecto Ricitos de Oro*, es necesario determinar el origen de las atmósferas de Venus, de la Tierra y de Marte, y la razón de su densidad y composición. En general, la principal fuente de gases en las atmósferas planetarias es el vulcanismo, mediante el cual los gases contenidos en el interior de los planetas brotan a su superficie. En la Tierra, la actividad volcánica emite  $\text{CO}_2$  junto con otros gases a la atmósfera. En presencia de agua líquida, este gas se disuelve y es transportado hasta los océanos, en donde algunos organismos lo incorporan en sus esqueletos y/o conchas en forma de carbonato de

calcio ( $\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$ ). Cuando dichos organismos mueren, el carbonato se deposita en el fondo de los océanos formando sedimentos que ingresan al interior de la Tierra debido al tectonismo. Eventualmente, los carbonatos son expulsados nuevamente en forma de dióxido de carbono a la atmósfera mediante eventos volcánicos, completando así lo que se conoce como *ciclo de carbono*. Este ciclo ha mantenido la concentración de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera terrestre relativamente estable por millones de años, permitiendo que la Tierra mantenga una temperatura adecuada para el inicio, desarrollo y evolución de la vida. Venus también cuenta con una actividad volcánica importante; sin embargo, al no existir el agua líquida, no hay un mecanismo de remoción de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera y el ciclo del carbono no se puede completar. Por ende, las concentraciones de  $\text{CO}_2$  son muy altas. Finalmente, en Marte no existen volcanes activos que recarguen su atmósfera con  $\text{CO}_2$ , por lo que el ciclo del carbono también está incompleto y su atmósfera es demasiado ligera.

En resumen, en la Tierra existen fenómenos volcánicos y tectónicos que, junto con la existencia del agua líquida, generan y mantienen la concentración de gases de efecto invernadero (como el  $\text{CO}_2$ ) en la atmósfera dentro de un intervalo relativamente estable. La presencia de dichos gases permite que parte de la radiación solar sea atrapada cerca de la superficie de la Tierra y la temperatura se mantenga a un nivel mayor que la que se espera en ausencia de la atmósfera. Es decir, gracias a su atmósfera, y afortunadamente para nosotros, la Tierra tiene la temperatura perfecta para la vida.





Supervolcán es sinónimo de *caldera de colapso*. Se trata de una estructura volcánica de grandes dimensiones que arroja enormes volúmenes de material durante erupciones colosales y muy catastróficas, cuyos *índices volcánicos de explosividad* (VEI, por sus siglas en Inglés) son mayores de 6 (el máximo es 8). Los supervolcanes no tienen el aspecto típico de un volcán, como el Popocatepetl; más bien son depresiones en el terreno que generalmente son de forma circular, aunque también las hay elípticas o rectangulares. La mayoría tiene entre 5 y 30 km de diámetro, pero pueden alcanzar dimensiones de hasta 100 km. Por lo tanto, son las estructuras volcánicas más grandes que se conocen en el planeta. Por su gran tamaño, su morfología volcánica es difícil de reconocer a nivel del terreno, y normalmente son identificadas más fácilmente desde grandes alturas mediante imágenes de satélite o fotografías aéreas de vuelo alto. Ejemplos

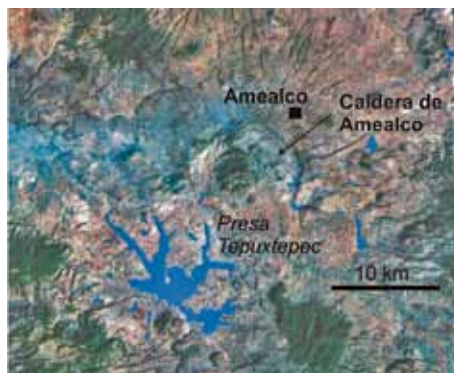
famosos son Yellowstone (USA), Cerro Galán (Argentina), Campi Flegrei (Italia), Toba y Krakatoa (Indonesia), Aira (Japón), y Santorini (Grecia), entre muchas más. México no se queda atrás ya que cuenta con muchos supervolcanes, incluyendo: Los Hornos (Puebla), Huichapan (Hidalgo), Amazcala y Amealco (Querétaro), Los Azufres (Michoacán), La Primavera (Jalisco), Ceboruco (Nayarit), La Reforma (Baja California), y otra docena más. Además de éstos, en México se han reportado supervolcanes de casi 100 km en la Sierra Madre Occidental, que son modelo de un tipo especial asociado a fallas geológicas. También se han identificado supervolcanes en Venus, Marte, y en Ío, la luna de Júpiter. Una base de datos de supervolcanes en la Tierra se puede consultar en la página web de la Comisión de Calderas de Colapso de la IAVCEI (Asociación Internacional de Vulcanólogos) en la liga: <http://www.gvb-csic.es/CCC.htm>.

Un supervolcán se forma cuando una *cámara magmática* (reservorio de magma en el subsuelo) sube a niveles cercanos a la superficie, normalmente con su techo entre 4 a 6 km de profundidad, afectando la corteza directamente encima de la cámara, fracturándola y ejerciendo presión sobre ésta. El magma es rico en gases; ambos emergen a la superficie en forma de erupciones explosivas de ceniza y pómez. Conforme la cámara magmática se vacía, su techo pierde sustentación mecánica hasta que no puede soportar el peso de la columna rocosa por encima de ella; entonces, techo y corteza se colapsan dentro de la cámara, ya sea como un solo bloque o como varios pedazos. Al hundirse en la cámara, este material actúa como un pistón y empuja hacia la superficie grandes cantidades de magma, ocasionando una gigantesca erupción de ceniza, pómez y pedazos de corteza. Esta fase se conoce como colapso de la caldera, y de ahí el nombre de estas estructuras.

La erupción de un supervolcán tiene efectos catastróficos en el planeta. Normalmente emiten volúmenes enormes (de decenas a miles de  $\text{km}^3$ ) de material, sobre todo ceniza y gases en un periodo relativamente corto, que puede durar varios días. Las erupciones producen *flujos denominados piroclásticos* que viajan a más de 100 km por hora, ocasionando una gran devastación en decenas de kilómetros alrededor del supervolcán. Además, se expulsan a la atmósfera grandes cantidades de ceniza y gases que pueden ser transportados por el viento a distancias continentales e incluso darle la vuelta a la Tierra. Las partículas más finas y los aerosoles ricos en sulfatos pueden permanecer suspendidos en la atmósfera por varios años, disminuyendo la radiación solar y provocando lo que se conoce como *invierno volcánico*, afectando el clima globalmente. Por ejemplo, el cambio climático de la erupción de Toba de hace 74 mil años, con un VEI=8 y un volumen emitido de  $2,800 \text{ km}^3$ , casi extinguió a los ancestros del hombre. Para darse una idea del volumen mencionado, esa erupción equivale a  $2.8 \times 10^{12} \text{ m}^3$ , o a llenar 1,400,000 veces el estadio Azteca, o cubrir el Distrito Federal con un paquete denso de ceniza de 2 km de espesor. Otras supererupciones con efectos directos en la biosfera han sido la de Santorini (VEI=7), hace unos 3600 años, que acabó con la civilización Minoica, y la del Krakatoa (VEI=6), en 1883, que causó un gran tsunami y más de 36 mil muertes. En el registro geológico, la mayor erupción de un supervolcán tuvo lugar hace 28 millones de años. Ocurrió en lo que ahora es Colorado, Estados Unidos, y fue la megaerupción de la caldera La Garita, que arrojó  $5,000 \text{ km}^3$  de magma, cubriendo de ceniza más de la mitad de los Estados Unidos. Afortunadamente este tipo de erupciones son poco comunes. En promedio, se estima que una supererupción sucede cada 100,000 años. La última con un VEI de 8 fue la de Toba, mencionada arriba. Es decir, nadie ha sido testigo de una supererupción VEI=8 desde que comenzó el registro histórico humano, hace 10,000 años.

Por otro lado, las calderas o supervolcanes proporcionan muchos beneficios económicos; por ejemplo, los más recientes, se asocian a zonas con intensa actividad hidrotermal, la cual puede aprovecharse como energía geotérmica para producir electricidad, como sucede en Los Humeros y Los Azufres, mientras que los más antiguos, como los de la Sierra Madre Occidental, se vinculan con la formación de yacimientos minerales metálicos y no metálicos, como oro, plata, cobre y flúor, entre muchos otros elementos útiles. Además, los materiales que expulsan los supervolcanes también son aprovechados; por ejemplo, los depósitos de los flujos piroclásticos, que forman *ignimbritas* o “piedra cantera”, la cual es usada como piedra ornamental en edificios, iglesias y plazas, y los bancos de materiales de pómez y ceniza, que son usados para la construcción, o para la elaboración de vidrio, vitro-pisos y cerámica industrial.

En el Centro de Geociencias de la UNAM, trabajamos en los supervolcanes mexicanos ubicados en la Sierra Madre Occidental (SMO) y el Cinturón Volcánico Mexicano (CVM). La SMO tiene la mayor acumulación de *ignimbritas* en el mundo, con un volumen de entre 460,000 y 590,000  $\text{km}^3$ . Ese volumen equivale a cubrir Italia y Francia con un paquete de 500 m de espesor de ceniza. Esta acumulación se dio durante varias supererupciones entre los 38 y 20 millones de años antes de ahora. En el CVM se han identificado 20 supervolcanes, de los cua-



Imágenes de satélite Landsat mostrando el supervolcán extinto de Amealco, una estructura circular con un diámetro de 10 km.

les, los más conocidos son Los Humeros, Los Azufres y La Primavera. Sin embargo, la zona con mayor densidad de supervolcanes es la parte central del CVM, que incluye a Michoacán, Guanajuato, Hidalgo, y Querétaro. El más próximo a la Ciudad de Querétaro es el de Amazcala, una estructura de 15 km de diámetro, a sólo 30 km hacia el NE de la capital. Cuando este supervolcán hizo erupción, hace 7.3 millones de años, el área que ahora es la ciudad de Querétaro quedó cubierta con 5 m de ceniza y pómez. Ahora el supervolcán de Amazcala no representa ningún peligro, sino al contrario, sus productos son aprovechados de muchas maneras, principalmente como materiales para construcción. Otro supervolcán en el estado de Querétaro es el de Amealco, con 10 km de diámetro, el cual tuvo 3 supererupciones hace 4.7 millones de años. Los flujos de ceniza de Amealco devastaron al menos 30 km alrededor del supervolcán. Ambos volcanes ya no representan ningún peligro volcánico, y sus productos son aprovechados económicamente, en especial la piedra cantera gris oscuro y el sillar de varios colores, que son muy apreciados en la construcción.

En el CGEO también se realiza investigación en supervolcanes de otros países. Por ejemplo, en España se están desarrollando proyectos en Tenerife y en Los Pirineos; en Los Andes se tienen proyectos en La Puna y La Patagonia; en Costa Rica se trabaja en los supervolcanes aún activos de Cañas Dulces y Miravalles, asociados a geotermia; y en la Antártida, para estudiar el supervolcán activo de la isla Decepción.



Energía eléctrica generada por el Campo Geotérmico Los Azufres, reconocido como un supervolcán.

# Hormonas tiroideas y el crecimiento de peces

Pamela Navarrete Ramírez y Aurea Orozco Rivas



El crecimiento es un proceso biológico integral y complejo en cuya regulación intervienen factores genéticos, así como factores internos (endócrinos) y externos (epigenéticos o ecológicos), como la disponibilidad de alimento, la temperatura, los ciclos estacionales, etcétera. En el caso de los vertebrados, el crecimiento está bajo el control endócrino que involucra la acción directa o indirecta de varias hormonas, siendo la hormona de crecimiento (GH, por sus siglas en inglés) una de las más importantes. La GH es una proteína producida por la *glándula hipofisis* que promueve el crecimiento al aumentar la síntesis de proteínas (aumento de masa muscular) y estimular la *lipólisis* (aumento de la degradación de grasas). Debido a sus acciones promotoras del crecimiento y para reducir los costos de producción, en la acuicultura se han implementado protocolos experimentales que utilizan GH para aumentar la talla de peces de importancia comer-

cial. Sin embargo, estos protocolos son complicados por la naturaleza proteínica de la GH, así como por el elevado costo de la hormona. Por ello se han estudiado tratamientos hormonales alternativos para aumentar el crecimiento en peces.

Entre los mensajeros neuroendócrinos que regulan la síntesis y secreción de la GH está la *triyodotironina* o  $T_3$ , *hormona tiroidea* (TH) bioactiva. Se sabe que la expresión del gen de la GH aumenta en respuesta a la  $T_3$ , efecto que está mediado por su unión a los receptores nucleares de hormonas tiroideas (TR). Así, por su acción estimulante sobre la síntesis de GH, la  $T_3$  se ha utilizado con éxito para promover el aumento de la talla en peces. La gran ventaja que ofrece el tratamiento con TH en organismos acuáticos es que, debido a su naturaleza hidrofóbica, estas hormonas se pueden agregar al agua de cultivo. Esta forma de administración se

denomina *por inmersión* y, además de ser eficiente y no invasiva, no provoca estrés a los organismos. Así, diferentes grupos de investigación han mostrado que la administración de TH en peces acelera la reabsorción del vitelo (coloide citoplasmático del huevo que contiene los nutrientes y factores endócrinos de origen materno esenciales para el desarrollo del embrión) y estimula el proceso de transición de larva a juvenil, en especies que sufren cambios morfofuncionales durante estas etapas de desarrollo.

En el laboratorio de Fisiología Evolutiva del Instituto de Neurobiología-UNAM hemos establecido un protocolo experimental de administración por inmersión que estimula significativamente el crecimiento de los peces. En este protocolo las concentraciones de TH en el agua de cultivo son hasta tres órdenes de magnitud menores a las empleadas por otros autores, y aproximadamente 10 veces más bajas que la concentración

intracelular de  $T_3$ . Además, el esquema de administración es sustancialmente diferente, ya que administramos la TH por 8 horas tres veces por semana (lunes, miércoles y viernes). Este protocolo lo hemos aplicado en juveniles de dos especies de peces; el blanco de Pátzcuaro (Figura 1) y la tilapia (Figura 2). Los resultados en los animales tratados con TH mostraron un aumento en peso corporal de hasta un 60% con respecto a los grupos control.

El impacto de estos resultados en la acuicultura es considerable, pues provee una alternativa para disminuir los periodos de crecimiento en las especies a bajo costo y de manera segura tanto para el organismo tratado como para el consumidor. En efecto, las concentraciones de TH empleadas son tan pequeñas que rápidamente se utilizan y eliminan en los peces tratados, por lo que ya no están disponibles para el consumidor.

Por otra parte, en el laboratorio estamos interesados en conocer los mecanismos de acción de las TH, en especial de la 3,5- $T_2$  ( $T_2$ ). Esta hormona, que se genera por medio de la desyodación de la  $T_3$ , es

una TH que hasta hace pocos años se le reconoció bioactividad. En nuestro laboratorio hemos tratado juveniles de tilapia con  $T_2$  y observamos un aumento significativo en su peso, semejante al obtenido en los organismos tratados con  $T_3$  (Figura 2). Nuestro interés ahora es conocer los mecanismos de acción mediante los cuales  $T_3$  y  $T_2$  estimulan el crecimiento. Para este fin, hemos tratado juveniles de tilapia con una u otra TH y, además del peso corporal, medimos la expresión de algunos genes que se regulan por TH y que están involucrados en el crecimiento. Los resultados obtenidos hasta ahora son muy alentadores y muestran que tanto  $T_3$  como  $T_2$  aumentan significativamente la expresión de genes directamente involucrados en el crecimiento como GH e IGF-1. Sin embargo, y no obstante que el efecto final observado (crecimiento) es semejante, tenemos evidencia de que las proteínas involucradas en mediar los efectos de  $T_2$  y  $T_3$  son distintas. En efecto, en el laboratorio hemos encontrado que en peces, el receptor tipo  $\beta 1$  (TR $\beta 1$ ) presenta dos variantes o formas distintas. Una contiene un inserto de 9 aminoácidos situado en el dominio de unión a la  $T_3$ ,

por lo cual la denominamos variante “larga”; la otra variante carece de este inserto y la denominamos “corta”. Hemos mostrado que los efectos biológicos de  $T_2$  están mediados preferentemente por su unión a la variante larga del TR $\beta 1$ . En este contexto, también encontramos que en los peces expuestos a  $T_3$ , la expresión de la variante corta aumenta significativamente, sin embargo la variante larga únicamente aumenta en los peces tratados con  $T_2$ . En conjunto, nuestros estudios muestran que en el crecimiento de peces participan dos TH distintas, la  $T_3$  y la  $T_2$ , y que el mecanismo de acción de una y otra involucra proteínas efectoras diferentes.

De manera global nuestro trabajo tiene varias implicaciones. Desde un punto de vista práctico, ha permitido desarrollar protocolos de administración de TH seguros para acortar el tiempo y costo de cultivos de peces de importancia comercial. Por otra parte, y desde una perspectiva experimental básica, el dilucidar los mecanismos de señalización diferencial entre las dos hormonas que se unen al TR $\beta 1$ , la  $T_3$  y la  $T_2$ , permitirá avanzar en el estudio de estos receptores nucleares, lo cual, en un futuro podrá incidir en el diseño de fármacos selectivos para uso clínico.

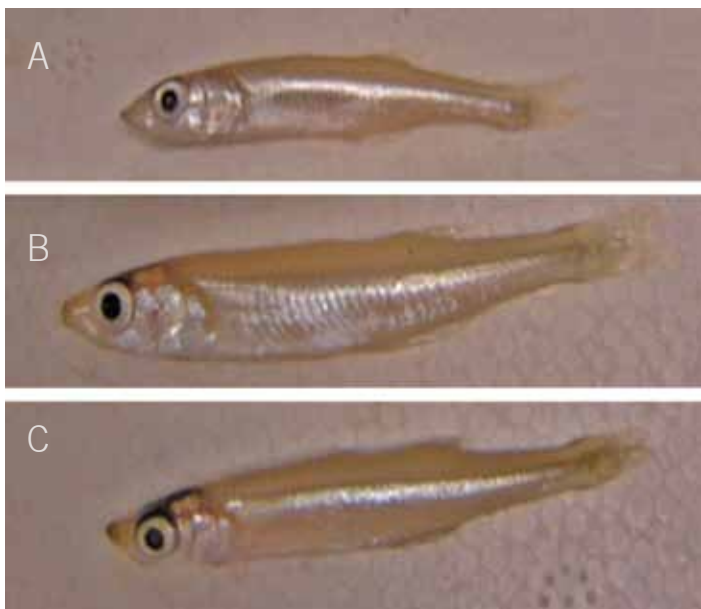


Figura 1: Juveniles del pez blanco de Pátzcuaro: A) control (sin tratar), B) tratados con 1.3 nM de  $T_3$  y C) tratados con un inhibidor de la síntesis de hormonas tiroideas (metimazol), tratamiento que resulta en un efecto negativo en el crecimiento.

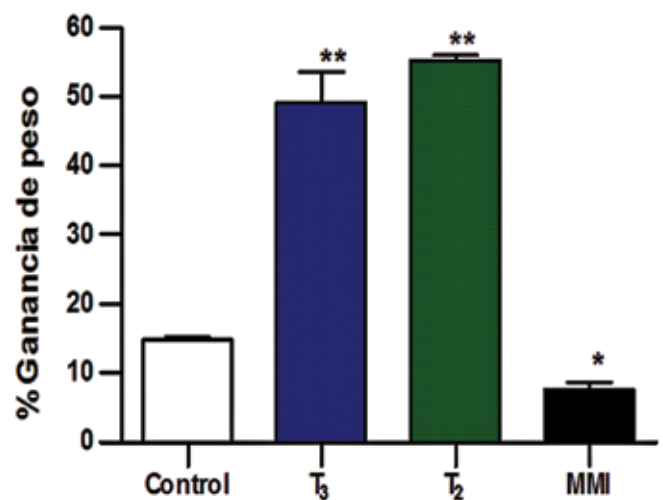


Figura 2: Crecimiento en términos de ganancia de peso (%) de juveniles de tilapia tratados con 1.3 nM de  $T_3$ ,  $T_2$  o 4.5 mM del inhibidor (metimazol; MMI), tratamiento que resulta en un efecto negativo en el crecimiento.



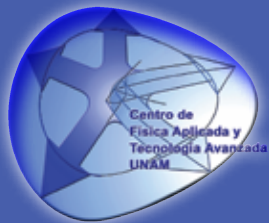


**O.A.C.**  
CENTRO ACADÉMICO CULTURAL

**5**  
AÑOS

NOVIEMBRE 2006 - NOVIEMBRE 2011

[www.campusjuriquilla.unam.mx](http://www.campusjuriquilla.unam.mx)



# La acústica para terapias con ácidos nucleicos

Enrique Gerardo González Arango, Luz María López Marín y  
Achim Max Loske Mehling



La relación entre la física y la medicina ha resultado en un binomio indisoluble. Dicen que todo comenzó cuando, hace más de dos siglos, Luigi Galvani y Giovanni Aldini descubrieron que la fuerza involucrada en el movimiento de un anca de la rana correspondía a un impulso eléctrico; más aún, que dicho movimiento podía reproducirse aplicando una corriente eléctrica sobre la médula espinal del animal descebrado. La medicina actual sería impensable sin las herramientas brindadas por las ciencias físicas y una de las áreas que mejor atestiguan este hecho es la medicina genómica: sin la información estructural de la cristalografía de rayos X, simplemente no estaríamos frente a los avances en ingeniería genética derivados de la descripción de la doble hélice que forma el ADN. Igualmente, la rapidez con la que actualmente se obtiene la secuencia de un organismo ha sido posible gracias a la introducción de microsensores ópticos o conductimétricos

en los secuenciadores más modernos.

Existen en el mundo miles de padecimientos que afectan al ser humano cuyos orígenes se encuentran en nuestro código genético. En la última década, los estudios del genoma humano han permitido no solamente caracterizar genes asociados con las llamadas *enfermedades mendelianas* (debidas a la mutación de un solo gen), sino también ADN relacionado con enfermedades complejas, las cuales son ocasionadas por defectos en la expresión de múltiples genes. Gracias a las técnicas de secuenciación masiva, aplicadas a poblaciones amplias, con el auxilio de la bioinformática la medicina genómica tiene el potencial de identificar secuencias de ADN relacionadas con cáncer, enfermedades neurodegenerativas, cardiovasculares, e inclusive, patologías causadas por factores ambientales. La identificación de secuencias conectadas con un padeci-

miento abre múltiples puertas para el control de enfermedades y una de ellas es el uso del material genético como fármaco, a lo cual se denomina *terapia génica*.

La idea básica de la terapia génica es la inserción de material genético en un grupo de células o tejido, a fin de modificar la producción de moléculas en esas células y así corregir deficiencias o alteraciones metabólicas que se asocien con alguna patología. El mejor ejemplo de cómo una célula es capaz de producir moléculas codificadas por material genético exógeno es la propagación de virus durante una infección. Los virus son nanoestructuras formadas por proteínas perfectamente organizadas (Figura 1), que encapsulan material genético. Al interactuar con la superficie celular, un virus inserta su material genético y, sirviéndose de la célula como una maquinaria, reproduce fielmente su información para poder propagarse. Esta capacidad que tienen los virus para insertar

su material genético puede ser explotada en la terapia génica.

Desde su introducción en los años ochenta, la terapia génica ha salvado numerosas vidas. Se lleva a cabo en células somáticas, que corresponden a todos los tipos de células de un individuo, excepto los espermatozoides, los óvulos y sus precursores (células germinales). Las modificaciones genéticas de las células somáticas afectan exclusivamente al paciente tratado. Por el contrario, la modificación de las células germinales afectaría a todos los descendientes del paciente en tratamiento. Sin embargo, el uso de partículas virales conlleva importantes dificultades. Algunos virus son degradados por nuestro sistema de defensa con una facilidad que limita su utilidad y podría acarrear problemas inmunes severos. Otros virus, por su parte, aún manipulados para eliminar sus genes de virulencia, suelen contener fragmentos genéticos capaces de integrarse al genoma humano, causando mutaciones letales. Así, a pesar del enorme potencial que tiene la terapia génica, su uso ha sido restringido únicamente a individuos desahuciados.

Una alternativa interesante frente al uso de virus es la aplicación de un estímulo físico

que permita la formación de poros en la membrana de una célula. Normalmente, las células se encuentran delimitadas por una membrana que impide el paso libre de sustancias a su interior (y por lo tanto, de material genético). Sin embargo, aprovechando ciertos fenómenos físicos, es posible la permeabilización pasajera de dicha membrana.

En los laboratorios de Nanobio-óptica y de Ondas de Choque del CFATA trabajamos para explorar el uso de las ondas de choque como un medio para insertar material genético al interior de la célula. Estas ondas consisten en la transmisión, en forma de frentes de presión, de una gran cantidad de energía liberada en un espacio reducido y en un tiempo sumamente corto. En el laboratorio, el M. en C. Francisco Fernández ha construido generadores de ondas de choque que utilizan cientos de cristales piezoeléctricos o descargas eléctricas en agua y concentran la energía en un volumen pequeño mediante reflectores o lentes (Figura 2). Quizá una de las primeras documentaciones de los efectos de este fenómeno sobre tejidos biológicos corresponde a los estudios de Newton Harvey y Howard McMillen, investigadores que, poco después

de la Segunda Guerra Mundial, buscaban una explicación a las heridas ocasionadas por bombas detonadas dentro del mar en naufragos que se encontraban alejados del sitio de la explosión. Actualmente se sabe que el paso de una onda de choque por un fluido en el que se encuentran microburbujas (tales como los fluidos corporales) genera la compresión, la expansión y el colapso violento de estas burbujas, emitiendo micro-chorros de fluido a velocidades de hasta 400 m/s. Este fenómeno es conocido como cavitación acústica y es ampliamente utilizado para pulverizar cálculos renales sin cirugía. En experimentos de laboratorio hemos encontrado condiciones en las que un porcentaje importante de células tratadas con ondas de choque permanecen viables, y a la vez son permeabilizadas, lo cual se comprueba porque integran moléculas fluorescentes (Figura 2). De este modo, buscamos actualmente internalizar material genético. Nuestro objetivo es explorar el uso de la cavitación acústica como una alternativa que, con efectos colaterales mínimos, permitiría una terapia génica sin necesidad de intervenciones quirúrgicas. Gracias a la colaboración con los Dres. Carmen Aceves y Alfredo Varela del INB, nuestro siguiente paso será evaluar esta alternativa terapéutica en un modelo animal.

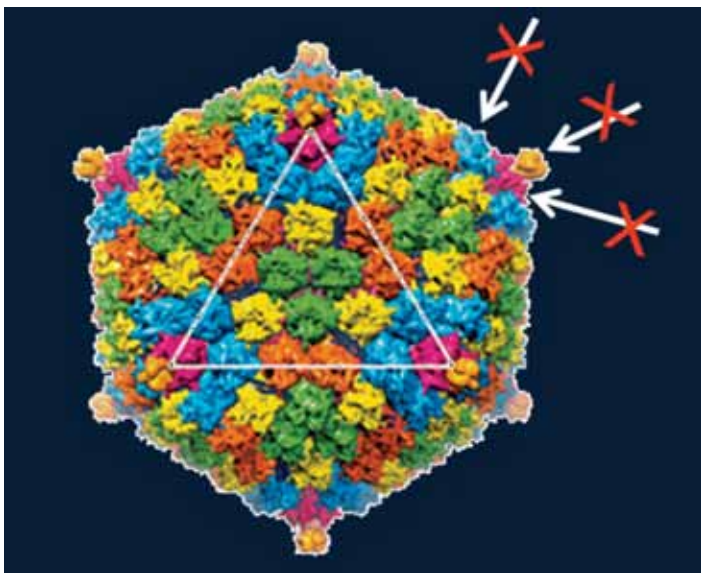


Figura 1. Los virus tienen proteínas perfectamente organizadas (esquematizadas en colores) que encapsulan material genético. Este material puede ser modificado para producir moléculas terapéuticas, pero no factores de virulencia o proteínas necesarias para ensamblar nuevos virus (flechas). Figura modificada de Reddy et al., 2010; Science 329 (5995): 107.

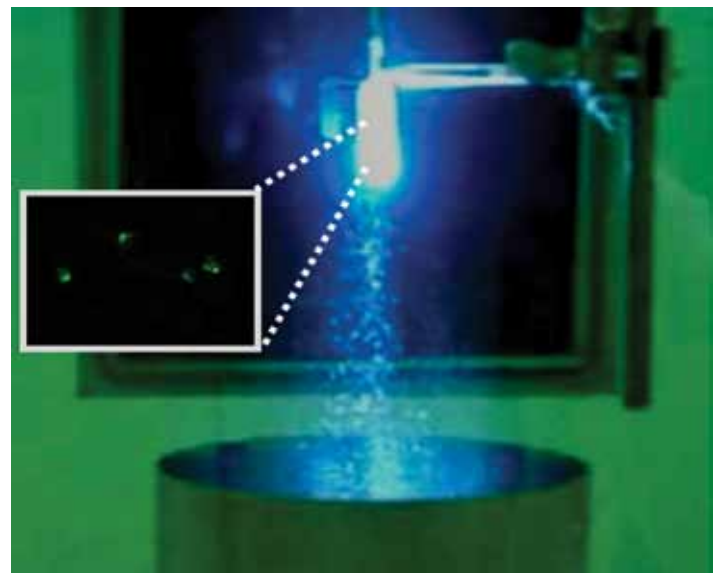
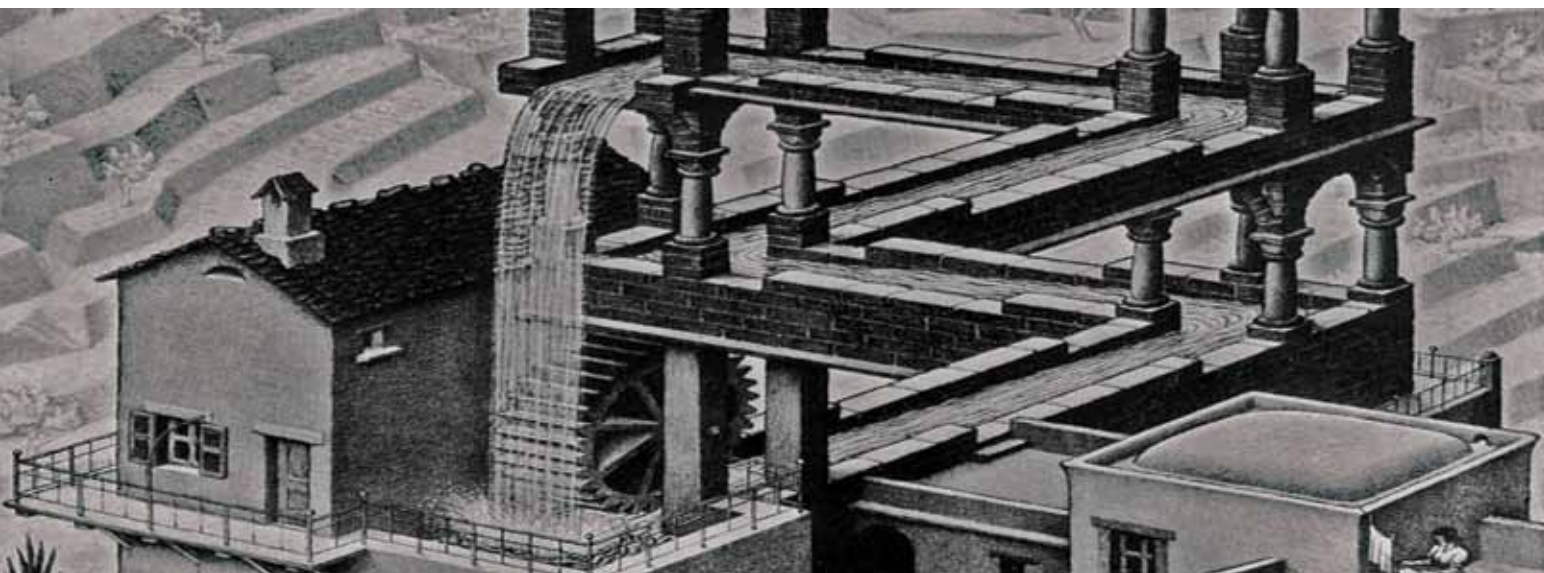


Figura 2. Mediante un espejo elipsoide, las ondas de choque producidas por descargas eléctricas en agua son concentradas en un vial experimental. Las células del vial son analizadas por microscopía de epifluorescencia para observar la internalización de moléculas fluorescentes (recuadro).



# Control de procesos en biotecnología ambiental

Alejandro Vargas Casillas



¿Qué tienen en común un lector de Blu-ray, una fábrica de papel, el cuerpo humano y una planta de tratamiento de aguas residuales? La pregunta obviamente está orientada a desorientar al lector, a ponerlo a pensar en una posible respuesta, y a suponer que el lector correctamente pensará que la respuesta está en el título de este texto. Y así es: la respuesta es el *control de procesos*, pero primero necesitamos definir este concepto; después veremos qué tiene que ver con la *biotecnología ambiental*.

El control de procesos se refiere al conjunto de actividades que garantizan que un proceso o función opere con el nivel deseado de desempeño, de manera predecible, estable y consistente. Por ejemplo, en un lector de Blu-ray, los discos giran aproximadamente a diez mil revoluciones por minuto y se requiere que, a pesar de que lo golpeemos o que el aparato vibre,

la cabeza de lectura se mueva y posicione arriba de la superficie del disco con precisiones del orden de menos de una milésima de milímetro. En una fábrica de papel los rodillos que prensan las fibras de celulosa deben producir papel del mismo grosor, siempre. En el cuerpo humano distintos mecanismos hormonales y fisiológicos mantienen la temperatura corporal relativamente constante a pesar del clima exterior. Finalmente, en una planta de tratamiento de aguas residuales conviene mantener un nivel de oxígeno disuelto adecuado para que los microorganismos lleven a cabo la degradación de los contaminantes en el agua.

Todos los ejemplos anteriores tienen un elemento en común: la retroalimentación de información para la toma de decisiones. Es decir, hay algo que se mide o que se conoce de forma continua (en tiempo real), pero también hay algo que se

manipula para lograr el objetivo. Entre estas dos actividades (medir y manipular) hay un proceso que posibilita la toma de decisiones, o sea un *algoritmo*. Desde el punto de vista de la ingeniería, el control de procesos se refiere justamente al conjunto de técnicas matemáticas y heurísticas (dictadas por la experiencia) que permiten diseñar este tipo de algoritmos. Lo interesante del asunto es que se puede hacer de muchas maneras, e incluso se busca que los algoritmos funcionen a pesar de todas las perturbaciones a las que está sujeto el proceso.

¿Y qué tiene que ver todo esto con la biotecnología ambiental? Pues la biotecnología ambiental se refiere a la aplicación de técnicas biológicas y el uso de microorganismos, sus procesos metabólicos o sus enzimas, para el desarrollo e investigación de procesos ambientales y la obtención de productos. En este sentido, el desarrollo de nuevas tecnologías para mejorar procesos biológicos de

tratamiento de aguas puede verse como una aplicación de la biotecnología ambiental, ya que en ellas se usan microorganismos especializados para remover los contaminantes del agua, produciendo agua limpia y otros productos como bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) o biogás (metano y CO<sub>2</sub>).

Sin embargo, la biotecnología ambiental va más allá. También busca aprovechar los recursos que ya están en el agua residual para generar productos de valor agregado. En el Laboratorio de Investigación en Procesos Avanzados de Tratamiento de Aguas (LIPATA) del Instituto de Ingeniería de la UNAM trabajamos en esta dirección, ya que, además de tratar el agua, buscamos obtener otros productos, tales como hidrógeno, polímeros o incluso electricidad (ver Gaceta Juriquilla números 4, 14, 15 y 17 para mayor información).

Resulta entonces natural buscar mecanismos para hacer que estos bioprocesos sean justamente predecibles, estables y consistentes, y que operen adecuadamente aún a pesar de la gran cantidad de perturbaciones a las que son sometidos, desde las variaciones en los flujos y la composición del agua a tratar, hasta los cambios en la temperatura exterior.

Un ejemplo de cómo el control de procesos sirve para sistemas biotecnológicos ambientales es la producción de biopolímeros (plásticos) usando agua residual. En el LIPATA hemos desarrollado un sistema de dos biorreactores para tratar el agua y al mismo tiempo producirlos. El primer reactor (Figura 1, izquierda) sirve para reproducir bacterias con la capacidad de almacenar estos polímeros. Esto se logra como consecuencia del estrés inducido por alimentarlos durante un corto periodo de tiempo con agua residual, cuyos contaminantes (particularmente materia orgánica) son su alimento, y dejarlos en ayuno por un tiempo más largo. Aquí el control de procesos se usa para mantener las condiciones de operación ideales para este propósito. Este biorreactor no sólo re-

produce bacterias, sino también trata periódicamente una cierta cantidad de agua residual.

El segundo biorreactor (Figura 1, derecha) inicia vacío, pero se *inocula* (se siembra) con una porción de los microorganismos producidos en el primer biorreactor, suspendidos en el agua ya tratada. En este biorreactor se adicionan pulsos de agua residual concentrada, y tras la adición de cada pulso los microorganismos degradan los contaminantes (un sustrato orgánico), pero como ya están “entrenados”, en vez de producir CO<sub>2</sub> (lo que se conoce como *mineralización*), almacenan el carbono dentro de sí mismos en forma de polímeros biodegradables llamados PHAs (*polihidroxialcanoatos*). Lo ideal para lograr la producción de PHAs es adicionar el siguiente pulso tan pronto como se acabe el sustrato, y justamente para ello se usa el control de procesos.

El algoritmo de control opera en varios niveles. Por un lado, el oxígeno disuelto se regula en un valor ideal con el que se ha visto que las bacterias producen más PHAs; esto se hace manipulando el flujo de aire que entra al reactor. Por otro lado, para determinar cuándo adicionar el siguiente pulso de sustrato, se ajusta un modelo matemático del proceso con base en los datos recabados de oxígeno disuelto y flujo de aire, y entonces se hace una predicción de cuándo debe terminar la reacción. Así, se adiciona el pulso siguiente con base en una retroalimentación de las mediciones hechas sin importar ni la concentración ni la composición del *influyente* (entrante). Después de

varios pulsos, los microorganismos se saturan de PHAs y ya no tiene caso seguir; otro algoritmo adicional decide cuándo terminar. Lo que procede entonces es recolectar a estas bacterias “gordas”, llenas de PHAs, y extraer el polímero para usarlo en lo que se desee. Nuevamente, recalamos que también durante este proceso se está tratando agua residual.

La aplicación de esta tecnología ha permitido incrementar la productividad de PHAs con respecto a otros sistemas reportados, alcanzando porcentajes en peso seco celular muy competitivos (viables) en relativamente poco tiempo. En concreto, se ha logrado que más del 70% del peso seco promedio de cada bacteria productora sean PHAs, y esto en aproximadamente 6 horas, logrando producir aproximadamente 1.2 gramos de PHAs por cada gramo de DQO de sustrato cada día (la DQO, demanda química de oxígeno, es una medida indirecta de los compuestos orgánicos en el agua). En otros estudios reportados las bacterias se saturan de PHAs en 18 horas. ¡Con el control de procesos estamos incrementando la productividad casi tres veces!

El control de procesos es relativamente común en procesos biotecnológicos usuales, como la producción de enzimas o medicamentos, pero en biotecnología ambiental es incipiente. Queda claro, no sólo de nuestros resultados, sino también de los de otros grupos a nivel mundial, que es una tecnología que puede coadyuvar a mejorar sustancialmente los procesos ambientales, no sólo para mitigar la contaminación, sino también para sacarle provecho.



Figura 1. Reactor para reproducir bacterias productoras de PHA (izquierda); reactor para cultivar el biopolímero usando control de procesos (derecha).

Javier Valles Valenzuela

En la década de los 80, cuando fue posible grabar información bibliográfica con texto completo en un disco compacto, comenzó a especularse que el libro sería reemplazado por alguna nueva forma de presentación que nada tuviera que ver con el papel cortado, cosido y encuadernado. Desde entonces se desató una enorme competencia entre las grandes empresas tecnológicas para lograr, a toda costa, la hegemonía sobre el nuevo modelo de libro electrónico y su mercado, por medio de desarrollos cada vez más atractivos, tales como las tabletas (kinds, ipads, etcétera), las cuales son para los jóvenes “pequeñas y fáciles de manejar”. No obstante, estos desarrollos aún no han logrado ganarse un espacio significativo en la sociedad como lo ha tenido el libro. Pero, ¿por qué aún no se ha cumplido la predicción fatídica sobre la desaparición del libro?

A lo largo de la historia, el libro de papel ha enfrentado en múltiples ocasiones el reto de su desaparición, compartiendo su popularidad y espacio con “novedosas” formas en diferentes épocas. Por ejemplo, desde los años sesentas, con el microfilm, la microficha y la micropelícula, hoy descontinuados, un usuario podía acceder a la lectura de una gran cantidad de materiales bibliográficos de forma rápida, además de que se economizaba en espacio. Sin embargo, era oneroso e impráctico que el lector tuviera en su casa algún aparato lector de micropelículas y microfilms. Hoy para la lectura electrónica los lectores necesitan de una infraestructura tecnológica completa (equipo, internet y software), además de

energía eléctrica; de esta forma adquirir la tecnología para la lectura de libros electrónicos tiene un alto costo para la mayoría de la gente.

El libro en papel es el producto de un proceso de evolución de la escritura. Su historia comienza con el hombre prehistórico y la huella prima de su existencia, el arte rupestre, antecesor de la escritura, es el reflejo de la compleja evolución por la que el ser humano transitó en el pasado, y es a través de los pictogramas que el hombre prehistórico dejó constancia de su existencia, su organización social y de las actividades que realizaba para sobrevivir. Una vez que las ideas y la creatividad del hombre dieron lugar a una sociedad más compleja, las formas de registrar sus pensamientos alcanzaron una forma más elaborada como la escritura en las *tablillas de arcilla*, utilizadas por algunas sociedades para hacer el registro de datos contables hace más de 4000 años. Para las civilizaciones sumeria, mesopotámica e hitita, por ejemplo, las tablillas de arcilla fueron un medio de escritura y según los datos históricos disponibles, se dice que con ellas nacieron las primeras bibliotecas. Posteriormente surgiría el *papiro*, el cual fue muy utilizado en Egipto. Las formas de almacenar y conservar los papiros, debido a su textura quebradiza, fue el enrollarlos alrededor de cilindros de madera o de hueso. A este rollo, los romanos lo llamaron volumen y estuvieron en uso hasta que hizo su aparición el *pergamino*. Este nuevo material preparado con pieles curtidas de animales significó un avan-

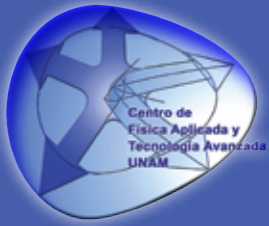
ce mayor en la elaboración del libro, pues una de sus principales características fue la flexibilidad y durabilidad, lo que permitió el doblez de las hojas sin que estas sufrieran daño alguno como ocurría con el papiro. Esa flexibilidad al cabo de un tiempo permitió al libro adoptar su forma actual. El pergamino admitió la nueva forma de plegado llamada *códex* que desplazó al rollo de papiro de forma paulatina. Finalmente, en la búsqueda de nuevos materiales para la escritura aparecería en China el *papel*, y para el siglo X de nuestra era los árabes lo introdujeron en España, en donde con la invención de la imprenta de tipos móviles, el libro se popularizaría, debido sobre todo a que el costo de elaboración del papel era mucho menor que el del papiro o el del pergamino.

El libro electrónico, como el intento más reciente de representación, es el centro de la polémica, porque evidencia ser víctima de la misma tecnología que lo genera, tan veloz ha sido su evolución que no ha tenido tiempo suficiente para fijar su permanencia en la sociedad actual. Este tránsito histórico del libro nos invita a reflexionar sobre si estamos a las puertas de otro salto en el proceso evolutivo de este objeto tanpreciado por nosotros. Indiscutiblemente el libro canónico, por su estructura armada en hojas plegadas, flexibles y encuadernadas, así como por su tamaño, posee cualidades que facilitan su lectura, transporte y almacenamiento. Ha sido un compañero del ser humano desde hace varios siglos, sin embargo, para algunos el momento del gran salto y su abandono ha llegado, mientras que para otros es simplemente otro reto; y usted... ¿qué opina?



El Dr. Gerardo Carrasco Núñez, Director del Centro de Geociencias, presidirá el Consejo de Dirección de la UNAM Campus Juriquilla en el periodo enero – diciembre de 2012.

Tel.: (442) 238-1104 ext. 196  
direccion@dragon.geociencias.unam.mx



# Graduación de la primera generación de la Licenciatura en Tecnología

El 18 de noviembre de 2011 se realizó la ceremonia de graduación de la primera generación de la Licenciatura en Tecnología que se imparte en el CFATA. Los alumnos graduados fueron:

Aguirre Escamilla Luz Elena  
Barragán Contreras Jorge Armando  
Bartolo Pérez César  
Contreras Valeriano Yissel Diana  
Cova Suazo Silvia Leticia  
Erazo Cortés César Holcán  
Escamilla Pérez Ángel Manuel

Félix Zarate Gerardo Antonio  
González Rivera Mayra Verónica  
Gutiérrez Grebenkov Manuel Alejandro  
Gutiérrez Landa Rodrigo  
Luna Suárez Armando  
Martínez Arce Andrés  
Prieto Serratos Erik Armando

Reyes Ochoa Leonel  
Salcedo Peña Daniel  
Sánchez Serratos Mayra Alejandra  
Yañez Soria Omar Said  
Yépez Espinosa David Ricardo  
Zamora García Eduardo Kaleb  
Zapata Rodríguez Héctor Isaías

La ceremonia, que se celebró en el Centro Académico Cultural del Campus Juriquilla estuvo presidida por el Dr. Carlos Arámburo de la Hoz, Coordinador de la Investigación Científica, el Dr. Isidro Ávila Martínez, Director General de la DGAE-UNAM, el Dr. Ramiro Pérez Campos, Director del CFATA, el Dr. Gerardo Carrasco Núñez, Director del CGEO, el Ing. Ángel Ramírez Vázquez, Director del CONCyTEQ, el Dr. Luis Gerardo Trápaga Martínez, Director del CINVSTAV Querétaro, el Dr. Jorge Alberto Huerta Ruelas, Director del CICATA, el Dr. José Luis Aragón Vera, Coordinador de la Licenciatura en Tecnología, el Dr. Hugo Hernández Gómez, Coordinador de la Licenciatura en la FES-C y el Dr. Víctor Manuel Castaño Meneses, Investigador del CFATA.

Durante las intervenciones, se resaltó la importancia de que una carrera con características tan novedosas haya producido su primer grupo de graduados y se empiece a consolidar como una opción interesante para los jóvenes, que actualmente tienen a la mano un amplio espectro de carreras. Se manifestaron también las grandes expectativas que la Universidad tiene para que estos tecnólogos sean profesionistas cada vez más requeridos y contribuyan de manera decisiva al desarrollo tecnológico del país.





# PUMAGUA

**Agua saludable, acción de todos**

El Programa de Manejo, Uso y Reuso del Agua en la UNAM (PUMAGUA) es la respuesta de la Universidad Nacional Autónoma de México ante la problemática de escasez y contaminación del agua.

Puesto en marcha en 2008, continúa logrando resultados tangibles en la Universidad, disminuyendo el consumo de agua y mejorando su calidad, con la participación de la comunidad.

Respaldado por el conocimiento y la experiencia en la Máxima Casa de Estudios, PUMAGUA ahora encamina sus esfuerzos a extender su campo de acción en organizaciones, instituciones y empresas externas a la UNAM.

## Misión

Somos el programa integral de la UNAM en participación con la sociedad para garantizar la disposición del agua saludable, vinculando la investigación y la experiencia de todos.

## Visión

Consolidarnos como el programa modelo aplicable a nivel nacional que coloque a México a la vanguardia en soluciones ante la problemática del agua.

## Valores

- Colaboración: al ser un programa multidisciplinario en participación con la sociedad.
- Entrega: en cada acción que hacemos en pro del agua.
- Precisión: al efectuar acciones fundamentadas y comprobables.

## PUMAGUA EN JURIQULLA

PUMAGUA, en conjunto con el Programa Universitario del Medio Ambiente, la Coordinación de la Investigación Científica y la Coordinación de Servicios Administrativos del Campus Juriquilla, elaboró los programas de uso eficiente de agua en este campus, con los siguientes objetivos:

- Determinar la cantidad de agua demandada y consumida.
- Identificar los mayores puntos de consumo y de pérdidas de agua.
- Identificar las estrategias de uso de agua que reditúen en un mayor ahorro de este recurso.

Los trabajos iniciaron durante Noviembre de 2011, a cargo de los ingenieros Tomás Torres Cruz, Guillermo Alberto Montero Medel e Iván García Hernández; estos trabajos contemplan: el enlace del sistema de lectura local (actualmente en montaje) al sistema central de monitoreo de Ciudad Universitaria, la evaluación del funcionamiento de muebles de baño y la actualización de los planos de las instalaciones hidráulicas y sanitarias, entre otras.

## Avances de PUMAGUA.

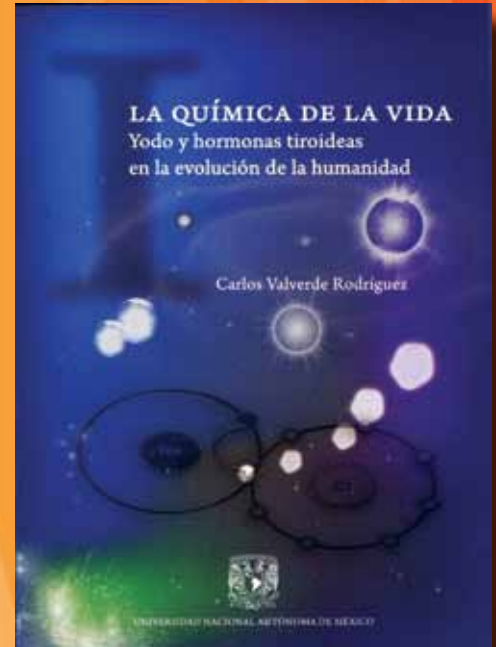
- Descripción del sistema de operación.
- Actualización de los planos de la red de agua potable y drenaje y catastro.
- Medición de caudales en la red: caudal suministrado y variación de la demanda.
- Medición del consumo de agua en las entidades universitarias.
- Evaluación de los muebles de baño de los edificios.
- Sistema de micromedidores instalados y enlazados con el sistema de lectura central, ubicado en Ciudad universitaria.

De acuerdo con los avances mostrados hasta el momento, se estima que los objetivos planteados se lograrán durante febrero de 2012.



## Lectura recomendada

Desde una perspectiva evolutiva y con un enfoque que oscila entre el ensayo y la crónica, este libro reúne gran parte de lo que sabemos acerca de la historia de la vida en nuestro planeta. Escrito en un lenguaje sencillo e inclusive coloquial y anecdótico en ocasiones, y abocándose en particular al origen y evolución funcional del yodo y sus metabolitos en la biosfera, el autor narra una extraordinaria aventura de supervivencia, innovación y adaptación o plasticidad que, cuando terminemos de conocerla, será la más sorprendente jamás antes contada. Una historia que transcurre en miles de millones de años y que tiene orígenes estelares portentosos, pues toda la evidencia disponible indica que a partir de los elementos químicos forjados en las convulsionadas entrañas de estrellas y supernovas, la vida adoptó una composición química singular.



Efectivamente, por asombroso que parezca, en la organización e inmensa diversidad que conocemos ahora, la vida sólo requiere cerca de una tercera parte de los 92 elementos químicos naturales. En un recorrido que va desde lo atómico, químico y molecular, hasta lo social, cultural y ecológico, esta obra plantea interrogantes que aún no tienen respuestas cabales. ¿Por qué esos y no otros átomos pertenecen al selecto grupo de los elementos biogénicos? O bien, si en todos los vertebrados las hormonas tiroideas son cruciales para la neurogénesis y el desarrollo del sistema nervioso central, ¿por qué el yodo —el halógeno más pesado y escaso en la biosfera— es el nutrimento esencial para sintetizarlas? Más aun, ¿es factible que el mensaje (hormonas tiroideas) y los átomos de yodo que lo estructuran participen en el acusado índice de encefalización que caracteriza a nuestra especie?...Preparémonos pues, a hacer un recorrido científico amenablemente diseñado que nos mostrará que todo está interconectado en el universo.

Carlos M. Valverde  
Rodríguez

Es médico cirujano (Facultad de Medicina, UNAM, 1960-1965). Cuenta con estudios de posgrado (especialización en endocrinología y nutriología) y una estancia posdoctoral (neuroendocrinología experimental). En 1985 se incorpora a la UNAM como investigador titular C de tiempo completo, primero en el Departamento de Fisiología del Instituto de Investigaciones Biomédicas y actualmente en el Departamento de Neurobiología Celular y Molecular del Instituto de Neurobiología, campus Juriquilla en Querétaro. Su interés científico primario se centra en el estudio y evolución de la fisiología de los sistemas tiroideos. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (Nivel III). Mantiene una continua actividad en el ámbito de la difusión y divulgación del conocimiento y la cultura y ha recibido diversas distinciones y reconocimientos nacionales e internacionales.



UNAM  
CAMPUS  
JURIQUILLA

aniversarios 2012



Instituto de Neurobiología  
10° aniversario



Centro de Geociencias  
10° aniversario



Centro de Física Aplicada y  
Tecnología Avanzada 10° aniversario



Instituto de Ingeniería  
Unidad Académica Juriquilla 5° aniversario

conferencias - mesas redondas - eventos culturales

MAYO 2012 ENTRADA LIBRE



C.A.C.  
CENTRO ACADÉMICO CULTURAL

Informes al teléfono: 192.61.31  
Boulevard Juriquilla No. 3001.  
Juriquilla, Querétaro.  
[www.campusjuriquilla.unam.mx](http://www.campusjuriquilla.unam.mx)