



MAYO  
DE 2015

# Gaceta Biomédicas



Órgano Informativo del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM

Año 20 Número 5  
ISSN 1607-6788

## IX Curso Institucional de Microscopía Confocal y Estereología

Pág. 12

■ La virulencia de las bacterias está regulada por estructuras de RNA

Pág. 8

■ 6ª Reunión Alumnos de la LIBB

Pág. 14

Cesar F. Pastelin  
Neuronas de ganglio de la raíz dorsal marcadas con True Blue y autofluorescencia



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

Rector

**Dr. José Narro Robles**

Secretario General

**Dr. Eduardo Bárzana García**

Secretario Administrativo

**Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez**

Coordinador de

la Investigación Científica

**Dr. Carlos Arámburo de la Hoz**

Directora del IIB

**Dra. Patricia Ostrosky Shejet**



Gaceta  
**Biomédicas**

Directora y Editora

**Lic. Sonia Olguin García**

Editor Científico

**Dr. Edmundo Lamoyi Velázquez**

Corrector de Estilo

**Juan Francisco Rodríguez**

Reportera

**Keninseb García Rojo**

**Gaceta Biomédicas**, Órgano Informativo del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM. Es una publicación mensual, realizada por el Departamento de Prensa y Difusión del IIB. Editores: Sonia Olguin y Edmundo Lamoyi. Oficinas: Segundo piso del Edificio de Servicios a la Investigación y la Docencia del IIB, Tercer Circuito Exterior Universitario, C.U. Teléfono y fax: 5622-8901. Año 20, número 5. Certificado de Licitud de Título No. 10551. Certificado de Licitud de Contenido No. 8551. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2002-073119143000-102 expedido por la Dirección General de Derechos de Autor. ISSN 1607-6788 en trámite. Tiraje de 5 mil ejemplares en papel couché de 130g, impresión Offset. Este número se terminó de imprimir el 25 de mayo de 2015 en los talleres de Navegantes de la Comunicación, S. A. de C. V. Pascual Ortiz Rubio 40. Col. San Simón Ticumac, Delegación Benito Juárez CP. 03660, México, D.F.

Información disponible en:

[http://www.biomedicas.unam.mx/buscar\\_noticias/gaceta\\_biomedicas.html](http://www.biomedicas.unam.mx/buscar_noticias/gaceta_biomedicas.html)

Cualquier comentario o información, dirigirse a: Sonia Olguin, jefa del Departamento de Prensa y Difusión, correo electrónico:

[gaceta@biomedicas.unam.mx](mailto:gaceta@biomedicas.unam.mx)

Las opiniones expresadas en los artículos son responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente el punto de vista de la institución. Prohibida la reproducción total o parcial del contenido por cualquier medio impreso o electrónico, sin previa autorización. Ni el Instituto ni la **Gaceta Biomédicas** recomiendan o avalan los productos, medicamentos y marcas mencionados.

# Contenido

MAYO, 2015

Escalado de Bioprocesos  
y Entrenamiento en Operación  
de Biorreactores  
**TERCER CURSO INTERNACIONAL**

**3**

La virulencia de las bacterias  
está regulada  
por estructuras de RNA

**8**

IX Curso Institucional  
de Microscopía Confocal  
y Estereología

**12**

6ª Reunión de Alumnos  
de la LIBB

**6**

El betaglicano y la angiogénesis  
embrionaria del pez cebra

**10**

Día Mundial Sin Tabaco 2015  
Alto al comercio ilícito  
de productos de tabaco

**14**

Red Biomédicas  
IoT: la evolución de internet

**16**

Consulta ediciones anteriores usando nuestro código QR:

O a través de este enlace:

[www.biomedicas.unam.mx/buscar\\_noticias/gaceta\\_biomedicas.html](http://www.biomedicas.unam.mx/buscar_noticias/gaceta_biomedicas.html)



**Defensoría de los Derechos  
Universitarios**

Estamos para atenderte, orientarte e  
intervenir a favor de los derechos universitarios,  
de estudiantes y personal académico.

[www.ddu.unam.mx](http://www.ddu.unam.mx)  
[ddu@unam.mx](mailto:ddu@unam.mx)

Teléfonos: 5622-6220 y 21, 5528-7481  
Lunes a Viernes  
9:00 a 15:00 y de 17:00 a 20:00



# Escalado de Bioprocesos y Entrenamiento en Operación de Biorreactores TERCER CURSO INTERNACIONAL

Sonia Olguin García

Los doctores Mauricio A. Trujillo Roldán y Norma Adriana Valdez Cruz, del departamento de Biología Molecular y Biotecnología, organizaron el Tercer Curso Internacional de Escalado de Bioprocesos y Entrenamiento en Operación de Biorreactores del 23 al 27 de marzo 2015 en la Unidad de Bioprocesos del Instituto de Investigaciones Biomédicas

En entrevista, el doctor Mauricio A. Trujillo Roldán explicó que el término “escalar” se deriva de la palabra inglesa *scale-up*, y actualmente se refiere al estudio y evaluación de estrategias para llevar

a escalas industriales (o piloto) procesos biotecnológicos desarrollados a nivel laboratorio. Así mismo, existe el término escalamiento descendente *scale-down* que implica el estudio de los fenómenos sucedidos a escala industrial sobre el ente biológico emulados a nivel laboratorio.

Escalar bioprocesos es una tarea compleja que involucra tener en cuenta los fenómenos de transferencia de masa, momento y calor sobre la bioquímica y fisiología del organismo involucrado. Así el objetivo del escalado es mantener el mismo microambiente para el biocatalizador en las diferentes escalas. Sin embargo, existen gradientes ambientales que aumentan conforme el nivel productivo.

En el curso internacional, dijo, además de profesores de la UNAM participaron académicos de Argentina, Colombia y del Instituto Politécnico Nacional; entre los 30 participantes hubo representantes de dichos países y también de Brasil, Perú y Chile.

La doctora Valdez Cruz por su parte, mencionó que con este curso se pretende brindar información tanto a estudiantes, investigadores y empresarios para mejorar sus bioprocesos, y para que puedan ver en ellos un área de oportunidad en sus campos de investigación.

En cuanto a la importancia de los biorreactores, el doctor Trujillo Roldán, res-



Foto: Sonia Olguin

[Continúa página 4 >](#)

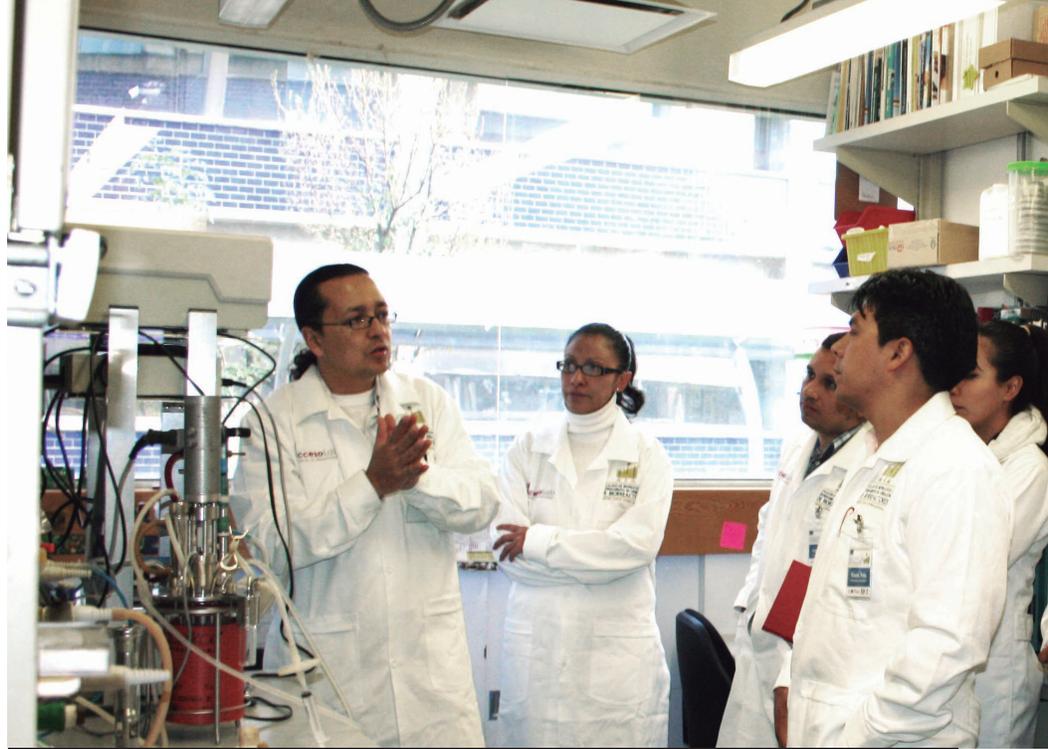
ponsable de la Unidad de Bioprocesos, dijo que en ellos se lleva a cabo la mayor parte de los cultivos celulares. Cuando se quiere pasar un cultivo del matraz a una escala industrial, es necesario pasar por un biorreactor. La gran mayoría de los biorreactores que se usan en el mundo son agitados y electrónicamente se controlan variables ambientales como el pH, el oxígeno, la temperatura y la entrega de nutrientes al cultivo, entre otros. Al ser altamente especializados se requiere un entrenamiento para manejarlos adecuadamente.

La UNAM cuenta con este tipo de equipos en varios de sus Institutos como el de Investigaciones Biomédicas, que tiene Biorreactores agitados de 1, 3, 5, 10, 15, 30 y 1000 litros y neumáticos de 5 y 500 litros. Todos estos instrumentados para adquisición de datos y su control.

El doctor Trujillo mencionó que los biorreactores del IIB están disponibles para la comunidad e incluso se desarrollan varios proyectos de investigación con empresas privadas.

En el primer día del evento se impartieron diversas conferencias sobre bioprocesos usando diferentes sistemas celulares. El doctor Enrique Galindo del Instituto de Biotecnología de la UNAM, dictó la conferencia "Entendiendo las dispersiones multifásicas que ocurren en procesos de fermentación"; en ella explicó que en los sistemas de fermentación utilizados para la producción de metabolitos de interés industrial, comúnmente se mezclan al menos dos fases físicas diferentes, utilizando tanques con agitación mecánica. Estos bioprocesos, dijo, son complejos debido a que en muchos casos la biomasa presenta cambios a través del tiempo en su concentración o morfología, lo que provoca cambios en el medio de cultivo. En su línea de investigación, el doctor Galindo y su grupo evalúan diversos factores que influyen en los cambios de los cultivos, para lo cual utiliza cámaras de video de baja y alta velocidad, fuentes de luz para la adquisición de imágenes nítidas y sistemas de videoendoscopia.

La doctora Laura A. Palomares del Instituto de Biotecnología, expuso sobre el cultivo de células de insectos para la producción de vacunas recombinantes humanas y veterinarias que ya están en el mercado. Mencionó que las particularidades de este sistema representan retos importantes para su escalamiento y



Los doctores Mauricio Trujillo y Norma Valdez ante los alumnos en la sesión práctica

para la producción industrial, y presentó varias formas de abordarlos extrapolando lecciones aprendidas de otras células animales que también se utilizan para la producción de proteínas recombinantes.

Por su parte, el doctor Néstor O. Pérez de la Empresa Probiomed S.A. de C.V. presentó la ponencia "Cultivo de células de mamífero en tecnología desechable: Escalamiento de laboratorio a producción comercial" en la cual habló de los retos que se presentan en el cultivo de células de mamífero, particularmente sobre el efecto de las variables de operación que se ven afectadas con respecto al cambio de volumen durante el escalamiento. Además, comentó sobre el empleo de biorreactores de un solo uso (o desechables) y su aplicación en la industria biofarmacéutica.

En la ponencia "El camino del matraz al biorreactor industrial: estrés en los cambios de escala", el doctor Mauricio Trujillo del IIB comentó que escalar un desarrollo tecnológico desde matraces a biorreactores industriales no siempre es exitoso por las diferencias en la geometría y las condiciones de operación entre matraces y biorreactores, que involucran mecanismos de transferencia de masa, de momento y calor diferentes. Posteriormente, el doctor Trujillo presentó casos de estudio en los que se ha llevado a cabo de manera exitosa la producción de biofertilizantes y su escalamiento; la caracterización en matraces de la producción de proteínas

recombinantes en bacterias filamentosas y su escalamiento, y el escalamiento descendente en la producción de polisacáridos y proteínas recombinantes.

La doctora María Soledad Córdova Aguilar del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico de la UNAM, presentó la conferencia "Evaluación de tiempos de mezclado y otros parámetros hidrodinámicos en sistemas por mezclado mecánico", en la que habló de la relevancia de la comprensión de los fenómenos de transferencia de momento y sus implicaciones en la respuesta fisiológica de los microorganismos, ya que es necesario conocer varios parámetros hidrodinámicos que no siempre se consideran en el desempeño y escalamiento de los procesos biológicos.

El investigador del Instituto de Biotecnología, doctor Leobardo Serrano Carreón abordó el tema "Estrategias ingenieriles para incrementar la producción de las lacasas en *Pleurotus ostreatus* en cultivos sumergidos". El ponente mostró que la función disipación de energía/tiempo de circulación (EDCF por sus siglas en inglés) es un parámetro hidrodinámico valioso a través del cual es posible controlar la velocidad de crecimiento y la productividad de los cultivos miceliares. Agregó que los resultados de sus investigaciones en donde analizó la influencia de la EDFC, la concentración de oxígeno y el uso de cobre (como inductor) sobre la producción de lacasas por *P. ostreatus* en cultivo su-



mergido, indican que el crecimiento y la producción de lacasas están influenciados diferencialmente por la hidrodinámica y la concentración de oxígeno en el cultivo.

La doctora Valdez Cruz, dictó la conferencia titulada “Entendiendo la producción de proteínas recombinantes bajo estrés: pH y temperatura”. La investigadora comentó que en sus investigaciones se demostró que el pH extracelular modifica la formación y las características fisicoquímicas de agregados proteicos involucrando proteínas recombinantes. El pH externo, dijo, influye en la producción de proteína soluble y agregada, mientras que la variación del pH hacia valores básicos, favoreció la formación de los agregados, modificando su composición proteica y disminuyendo el enriquecimiento de las proteínas recombinantes. También informó sobre la evaluación que están realizando de la hipotermia moderada como estrategia para lograr una mejor productividad de proteínas recombinantes en cultivos de células animales.

El doctor Fernando Orozco Sánchez de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, compartió su experiencia en el diseño conceptual de una planta de bioprocesos y el análisis de los aspectos económicos para la producción industrial de un compuesto formulado por su grupo a partir de células de *Azadiractha indica*. Este tiene un efecto controlador de insectos eficaz tanto en el laboratorio como en el campo. La planta de bioprocesos dise-

ñada posee un tren de biorreactores de propagación de células, un biorreactor de producción de 10,000 litros y los equipos de separación del ingrediente activo. Agregó que esta planta produciría 62.2 toneladas métricas del agente controlador de insectos.

Posteriormente, el doctor Víctor Busto, catedrático de la Universidad de Buenos Aires presentó la ponencia “Efectos del estrés hidrodinámico sobre cultivos de células vegetales en biorreactores” en la que explicó que el estrés hidrodinámico (EH) puede causar la pérdida y/o disminución de la viabilidad celular, cambios en la integridad de la membrana, disminución de la biomasa, generación de especies reactivas del oxígeno e incremento de la síntesis de metabolitos secundarios, lo cual impide los cultivos a gran escala.

El investigador y su grupo evaluaron en suspensiones celulares de *Rubia tinctorum*, los efectos del EH aplicado a corto y largo plazo, utilizando biorreactores agitados a distintas velocidades, sobre la producción de biomasa celular y antraquinonas, y observaron que las capacidades metabólicas de esta línea celular en respuesta al EH podrían utilizarse con fines tecnológicos con el objetivo de incrementar la producción de antraquinonas.

El doctor Mario Rodríguez Monroy del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del IPN, abordó el tema de la

producción de compuestos bioactivos con células vegetales. Mencionó que las características propias de las células vegetales, como su tamaño, la tendencia a formar agregados y la presencia de la pared celular, representan un reto para su crecimiento en biorreactores. Comentó que la elección del impulsor en un biorreactor es un aspecto importante para que la agitación no genere un daño letal a las células. Agregó que en su investigación el impulsor radial favoreció la producción de arabinogalactoproteínas, alcanzando valores 1.5 veces mayores en la producción volumétrica al compararse con un impulsor axial, lo cual puede estar ligado con un mecanismo de respuesta de las células al aumento del estrés hidrodinámico.

A partir del segundo día se realizó el taller que constó de 32 horas de práctica, lo cual permitió a los participantes tomar clases fundamentales en bioprocesos y realizar el escalamiento de diferentes cultivos celulares. Así como el entrenamiento en operación, adquisición de datos y controlabilidad de los biorreactores con los que cuenta la Unidad de Bioprocesos del Instituto de Investigaciones Biomédicas.

En este evento participaron el IIB, el IPN a través del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, la Universidad de Buenos Aires y la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. 



Práctica de escalamiento de cultivos celulares

Foto: Sonia Olguín

# 6ª Reunión de Alumnos de la LIBB

Keninseb García Rojo



Dra. Marcia Hiriart durante la inauguración

Los alumnos de la Licenciatura en Investigación Biomédica Básica (LIBB) participaron en la 6ª Reunión Anual, organizada por la Coordinación de la carrera con el objetivo de conocer el trabajo que realizan durante las rotaciones en los laboratorios y convivir con sus compañeros y tutores a través de actividades culturales y recreativas.

En representación de las autoridades de las entidades sede de la LIBB, la doctora Marcia Hiriart, directora del Instituto de Fisiología Celular, destacó que el mayor éxito de la licenciatura es la formación de alumnos de excelencia y comentó que en la carrera los alumnos aprenden que la investigación no es una profesión sino una forma de vida.

Por su parte, el doctor Rafael Camacho, Coordinador de la LIBB, mencionó que el esquema de la licenciatura, en el que los alumnos realizan rotaciones en laboratorios de diferentes centros, institutos y facultades, hace que los estudiantes convivan poco con sus compañeros de generación, pero favorece el contacto con otras personas que tienen experiencia en áreas de su interés.

Indicó que las presentaciones orales que realizan los alumnos en la Reunión es una primera aproximación para que sus compañeros puedan escoger el lugar donde realizarán sus próximas rotaciones, así como una buena oportunidad para exponer a los estudiantes de la LIBB a la crítica científica.

Algunos alumnos y tutores de la licenciatura participaron en la sesión de exposición de carteles, mientras que Julián Uriarte, Nisa del Carmen Cuevas, Cecilia Gómez, Roberto Martínez, Rodrigo Ibarra, Augusto Ortega, Benjamín Vega y Eva Carolina Soto participaron en la sesión de presentaciones orales de proyectos de investigación. “Drogon, el modelo perfecto” fue la piñata ganadora del concurso organizado en la edición de este año.

El comité organizador de la 6ª Reunión Anual de Alumnos de la LIBB estuvo integrado por Lizbeth Bolaños, Erick Arroyo, Fátima Ávila, Nisa Cuevas, Cecilia Gómez, Alejandro Rodríguez, Julián Uriarte, Benjamín Vega y la licenciada Cynthia Lima, Secretaria Técnica de la LIBB.

## Control de la respuesta inmune contra parásitos por interleucina 9

En la primera conferencia de la reunión, la doctora Paula Licona Limón, del Instituto de Fisiología Celular, habló del trabajo que realizó utilizando un modelo de infección de *Nippostrongylus brasiliensis* en el que se estudió el papel protector de la IL-9 en la inmunidad tipo 2 del huésped.

Mencionó que la IL-9 es una de las citocinas inflamatorias Th2 que se ha asociado a infecciones por parásitos en casos de alergia y recientemente se supo que puede regular procesos en autoinmunidad y cáncer. A diferencia de otras citocinas, como IL-4, hasta hace poco no se sabía cuál era su función biológica *in vivo* ni qué células la secretan.

Mediante un modelo de ratón deficiente para IL-9, la doctora Paula Licona encontró que dicha citocina promueve la expresión de otras como IL-5 e IL-13, también induce basofilia, eosinofilia e incrementa el número de células cebadas. Asimismo observó que las células Th9 dirigen una eficiente expulsión del parásito.

Por otra parte, al generar un ratón reportero para IL-9 identificó que las células CD4+ e ILC2 (type 2 innate lymphoid cells) son la fuente natural de secreción de IL-9 tras la infección con *Nippostrongylus brasiliensis*.

Los resultados de este trabajo mostraron que IL-9 desempeña un papel crítico en las etapas tempranas de la inmunidad tipo 2 y que su producción por células efectoras CD4+ es suficiente para la protección del hospedero contra la infección del parásito.



Exposición de carteles

Fotos: Sonia Olguín



Panorámica de los alumnos participantes en la reunión

Fotos: Sonia Olguin

### “José María Morelos, a 200 años...”

En la conferencia cultural de la 6ª Reunión, titulada “José María Morelos, a 200 años”, la doctora Teresita de Jesús Arvizu, jefa del Departamento del Colegio de Historia de la Escuela Nacional Preparatoria, expuso en qué consiste el método de trabajo del historiador al hablar de la vida del caudillo de la Independencia de México.

Señaló que se sabe poco de la vida personal de Morelos, sin embargo se ha dicho que fue un hombre muy introvertido, disciplinado y con gran talento para la administración; que quiso ingresar al ejército, pero al ser rechazado eligió entrar al seminario para formarse como sacerdote.

La doctora Arvizu comentó que Morelos conoció al cura Hidalgo cuando éste era rector del Colegio de San Nicolás, en la actual Morelia, y que aunque nunca fue su maestro de aula —dicho por Morelos— fue su “maestro de las cosas de la vida”. Años después, iniciada la guerra de Independencia, al encontrarse Morelos con Hidalgo, entre los pueblos de Charo e Indaparapeo, es nombrado capitán general de las huestes del sur con el propósito de tomar el puerto de Acapulco.

Morelos libró el sitio de Cuautla impuesto por las fuerzas realistas, tomó el fuerte de Acapulco y llevó a cabo un congreso en el que promulgó una constitución inspirada en Los Sentimientos de la Nación, donde plasmaba sus ideas sobre la independencia de México.

El autonombado Siervo de la Nación fue aprehendido en noviembre de 1815,

juizado por la Inquisición y fusilado en la periferia de la Ciudad de México para evitar movimientos en apoyo al insurgente, narró la doctora Arvizu.

Consideró que la figura de Morelos ha sido opacada en la historia oficial por la de don Miguel Hidalgo e hizo hincapié en la importancia de recordar la vida del caudillo en la época actual, pues la historia es útil, entre otras cosas, “para interpretar al mundo, reconocer raíces y procesos, defender algunas verdades y fortalecer las luchas libertarias.”

### Retos y perspectivas de laborar en investigación

En la mesa de diálogo “Incorporarse a laborar en la investigación: retos y perspectivas”, las doctoras Andrea Díaz Villaseñor y Paula Licona compartieron sus experiencias al integrarse recientemente como investigadoras a los institutos de Investigaciones Biomédicas y Fisiología Celular, respectivamente.

En su participación, la doctora Andrea Díaz dijo que uno de los retos fundamentales de los investigadores biomédicos consiste en comprender que el objetivo de la profesión es aprender a plantearse preguntas para poder contestarlas. Por su parte, la doctora Paula Licona añadió que para hacer investigación de calidad es indispensable ser autocrítico y objetivo.

Coincidieron en que conseguir fondos para llevar a cabo los proyectos de investigación es uno de los retos más importantes para un joven investigador, pues esta acti-

vidad llega a ocupar la mayor parte de su tiempo cuando recién se incorporan a una institución. Sin embargo, indicaron que el financiamiento no sólo puede obtenerse a través del gobierno y las universidades, sino también participando en las convocatorias que lanza el sector industrial.

En cuanto a factores que pueden propiciar la futura incorporación de los estudiantes a la investigación de forma más exitosa, la doctora Díaz Villaseñor mencionó el publicar artículos de investigación desde la licenciatura, continuar con estudios de posgrado después de ella y realizar estancias posdoctorales que contribuyan a consolidar la carrera del investigador.

La investigadora del IIB también resaltó la importancia de publicar de manera proactiva, refiriéndose a las publicaciones como primer autor, pues éstas indican que el investigador fue capaz de plantearse una idea, ejecutarla y plasmarla.

Sobre los retos a nivel personal, la doctora Díaz Villaseñor mencionó que se trata de una actividad profesional que demanda mucho tiempo del investigador, lo cual puede repercutir en aspectos de su vida privada; además, dijo, que existen ciertos prejuicios de la sociedad hacia el quehacer de los científicos. 



# La virulencia de las bacterias está regulada por estructuras de RNA

Sonia Olguin García

Las bacterias patógenas expresan factores asociados con la virulencia principalmente a 37°C, y algunas de ellas detectan los cambios en la temperatura mediante un mecanismo llamado termómetro de RNA (RNAT); por ello los doctores Gloria Soberón y Luis Servín del departamento de Biología Molecular y Biotecnología del IIB, y la egresada del Doctorado en Ciencias Bioquímicas de la UNAM, María Victoria Grosso, hicieron una revisión sobre la importancia de dichas estructuras y describieron su funcionamiento diferencial en las bacterias *Listeria monocytogenes*, *Neisseria meningitidis*, *Vibrio cholerae*, *Yersinia*, *Escherichia coli* patógenas, *Leptospira interrogans* y *Pseudomonas aeruginosa*.

En la publicación "RNA structures are involved in the thermoregulation of bacterial virulence-associated traits"<sup>1</sup>, los investigadores hicieron una revisión sobre diferentes casos de regulación postranscripcional de proteínas de virulencia asociada con estos termómetros de RNA o RNATs que modulan la traducción de los RNA mensajeros (RNAm). Se ha visto que este tipo de estructuras también participan en la respuesta de las bacterias al choque térmico.

Anteriormente, en el artículo "Regulation of *Pseudomonas aeruginosa* virulence factors by two novel RNA thermometers"<sup>2</sup> estudiaron su funcionamiento en *P. aeruginosa*, importante patógeno oportunista que causa infecciones nosocomiales graves y difíciles de tratar debido a la resistencia natural de esta bacteria a los antibióticos; además, es la primera causa de morbilidad y mortalidad en pacientes con fibrosis quística, que es la enfermedad genética más frecuente en poblaciones caucásicas.

En entrevista, la doctora Gloria Soberón describió a los RNATs como estructuras cuyo funcionamiento es semejante a la de los cierres de las prendas de vestir, de modo que cuando la bacteria infecta a una persona o a un animal de sangre caliente, aumenta la temperatura y las estructuras en el RNAm se abren y se expresan los factores de virulencia. Esto ocurre en la mayoría de las bacterias a 37 °C, y a 42 °C en el caso de *N. meningitidis*, la cual permanece como comensal en el tracto respiratorio y cuando se presenta fiebre (como en las infecciones por el virus de influenza), se produce inflamación y la bacteria expresa factores que le permiten contender con la respuesta inmune, volviéndose patógena.

IMAGEN: <http://bioquellus.studiorepublic.com/interface/assets/in>

A grayscale electron micrograph showing several long, thin, rod-shaped bacteria, likely Pseudomonas aeruginosa, against a dark, textured background. The bacteria are oriented diagonally across the frame.

El estudio realizado permitió a los investigadores concluir que la termorregulación de los factores relacionados con la virulencia mediada por RNATs, es un proceso regulador muy sensible con características tales como una alta velocidad de respuesta, y la reversibilidad de los cambios estructurales, que permiten que las bacterias tengan una respuesta inmediata a los cambios ambientales de temperatura que son relevantes para el estilo de vida patógeno bacteriano, tales como la colonización del cuerpo humano, en contraste con la supervivencia en el agua, el suelo o el aire.

Así, en esta revisión los autores describieron diversos casos de RNATs que participan en la regulación de la expresión de factores asociados con la virulencia bajo diferentes temperaturas, señalando así su relevancia en la termorregulación del ciclo de vida de los patógenos. Además mostraron evidencias de que la regulación por RNATs de los genes que codifican factores asociados con la virulencia es un fenómeno generalizado entre las bacterias, pero no hay conservación de la secuencia entre RNATs, aunque puedan tener estructuras similares.

La investigadora explicó que en algunos casos como *P. aeruginosa*, las bacterias sólo expresan factores de virulencia cuando hay una población abundante de éstas. Para “sentir” cuando se ha alcanzado la concentración crítica de bacterias para establecer una infección tienen un sistema de regulación llamado “detección de quórum” que se basa en la producción de moléculas llamadas autoinductores que al alcanzar una concentración crítica “encienden” los genes que codifican los factores de virulencia a través de interactuar con las proteínas regulatorias LasR y RhIR.

*P. aeruginosa* dijo, “es una bacteria con la que todos estamos en contacto sin enfermarnos, pero se vuelve patógena cuando bajan nuestras defensas (como en los enfermos de SIDA, en personas quemadas o que se encuentran en terapia intensiva)”. En este caso, el RNAT modula la expresión de los genes que codifican para uno de los factores de virulencia, que es el surfactante (ramnolípido), siendo un nivel bajo a 30 °C pero a 37 °C que es la temperatura corporal humana, se incrementa la transcripción de los genes que participan en la síntesis de ramnolípidos y de la proteína reguladora RhIR, que está adyacente en el genoma, formándose un circuito regulatorio positivo que incrementa la expresión de estos surfactantes, y otros factores de virulencia.

La doctora Soberón explicó que debido a que la expresión de los genes de virulencia de *P. aeruginosa* está bajo la regulación de los genes relacionados con la producción de surfactantes, existe la posibilidad teórica de bloquear la expresión de las enzimas que participan en la producción de los ramnolípidos, para afectar la expresión de los genes de virulencia, no porque participen en su regulación, sino porque al no expresarse ya no se producirían altos niveles del regulador transcripcional RhIR.

Si se bloqueara toda la respuesta de detección de quórum, dijo, se podría contender con la infección de *P. aeruginosa*, pero debido a que la respuesta de los RNATs se debe a cambios en la estructura del RNA mensajero 37o C; no es factible su manipulación con este fin. Sin embargo aseguró que este conocimiento es valioso porque permite saber qué tipo de estructuras participan en la modulación de la producción de factores de virulencia y es interesante que en todas las bacterias una misma estructura, participe tanto en estabilizar las proteínas ante un choque térmico, como en la virulencia bacteriana. 

---

1. Grosso-Becerra MV, Servín-González L, Soberón-Chávez G. (2015) RNA structures are involved in the thermoregulation of bacterial virulence-associated traits. *Trends Microbiol.* doi: 10.1016/j.tim.2015.04.004

2. Grosso- Becerra MV, Croda-García G, Merino E, Servin- González L, Mojica-Espinosa R, Soberón- Chávez G. (2014) Regulation of *Pseudomonas aeruginosa* virulence factors by two novel RNA thermometers. *Proc Natl Acad Sci USA*; 111 (43): 15562.

# El betaglicano y la angiogénesis embrionaria del pez cebra

Keninseb García Rojo

El betaglicano desempeña un papel importante en el fenotipo vascular del pez cebra, ya que al impedir la expresión del gen durante el desarrollo embrionario se favorecen alteraciones en la angiogénesis de dicha especie, señaló el doctor Fernando López Casillas, del Instituto de Fisiología Celular.

El betaglicano es un receptor multifuncional tipo III del TGF- $\beta$ , el cual es un factor de crecimiento celular importante para diversos procesos biológicos, como el desarrollo embrionario, la respuesta inmune, la reparación tisular y el control de la proliferación y diferenciación celular.

Al participar en el seminario del Colegio del Personal Académico del IIB, López Casillas detalló que TGF- $\beta$  tiene un sistema de tres tipos de receptores para su señalización, los cuales tienen un diseño molecular distinto: los del tipo I y II tienen regiones extracelulares pequeñas y regiones intracelulares relativamente grandes, mientras que el receptor III tiene una región extracelular grande, con más de 700 aminoácidos, y una región intracelular corta de aproximadamente 40 aminoácidos.

Dijo que dichas diferencias estructurales podrían explicar el por qué de sus diferentes funciones, pues los receptores I y II son necesarios para transmitir su señal al interior de las células, y los del III, denominados "accesorios" no son necesarios para modular la generación de la señal de TGF- $\beta$ , pero pueden hacerlo al controlar la interacción del factor con los receptores de señalamiento.

El grupo del investigador del IFC halló que el betaglicano se localiza en la superficie celular y tiene un diseño muy similar al de la endoglina, y por esta razón ambos son considerados receptores tipo III.

De acuerdo con el investigador se consideró al betaglicano como un receptor accesorio porque no es indispensable para los efectos de TGF- $\beta$  en células de cultivo, pero en 2003 un trabajo del grupo de la doctora Kaye Stenvers, reveló que el betaglicano es necesario para el correcto desarrollo embrionario en ratones.

En dicho trabajo, el grupo de Stenvers desarrolló un ratón *knockout* para el beta-

glicano y observó que los animales morían alrededor del día 13.5 de gestación por defectos en el corazón y el hígado, los cuales posiblemente se deben a un señalamiento defectuoso del TGF- $\beta$ 2.

El investigador del IFC explicó que el betaglicano posee, entre otras, dos funciones bien caracterizadas: la presentación de ligando, mediante el cual se une a TGF- $\beta$ 2 para formar un complejo de señal y la neutralización de TGF- $\beta$  de manera más potente que los anticuerpos neutralizantes.

Con base en lo que se conoce sobre esta última función, el grupo del doctor López Casillas desarrolló tres modelos en los que utilizaron betaglicano soluble recombinante para inhibir TGF- $\beta$ . En el primero observaron que el betaglicano reduce la progresión de tumores y la metástasis; en el modelo de nefropatía diabética encontraron que el betaglicano previene el daño renal, y en el modelo de tuberculosis murina se encontró que el tratamiento con betaglicano soluble y ácido nítrico disminuye la cuenta bacteriana.

El doctor López Casillas y sus colaboradores pensaron que tal vez las funciones conocidas del betaglicano podrían explicar su fenotipo letal; para averiguarlo decidieron abordar el problema desde el punto de vista de la biología del desarrollo mediante el modelo del pez cebra.

Cuando el doctor López Casillas clonó al betaglicano del pez cebra observó que su secuencia es igual a la de otros betaglicanos que han sido secuenciados; y también que el diseño estructural y modular de los genes de betaglicanos en distintas especies vertebradas es prácticamente el mismo.

Asimismo, observaron que la cantidad de betaglicano endógeno va incrementando conforme transcurren las horas post-fertilización, sobre el lugar en donde se expresa.

Con esta información, el grupo del doctor López Casillas inició un trabajo en el que se inyectaban Morfolinos antisentido a embriones de pez cebra. Los Morfolinos antisentido son polinucleótidos no degradables que afectan el *splicing* o la traducción de un blanco complementario, cau-

sando la disminución en la expresión de genes de interés.

Explicó que la administración del Morfolino Mo-BG02, que afecta el *splicing*, disminuía la expresión de betaglicano, ocasionando un fenotipo con una letalidad similar a la del modelo murino de Kaye Stenvers. La severidad del fenotipo dependía de la dosis administrada; por ejemplo, cuando se inyectaban dosis bajas, los embriones presentaban alteraciones ligeras en la cola y en la parte del cerebro medio posterior, mientras que si administraban dosis altas los embriones eran prácticamente inviábiles.

Entre estos fenotipos, el investigador explicó que los cambios vasculares fueron el hallazgo más sorprendente en los embriones morfantes (tratados con Morfolinos para modificar la expresión génica), y que éstos dependían aparentemente del sitio de expresión del betaglicano.

Con ayuda de la línea transgénica Fli/EGFP, que expresa una proteína verde fluorescente en estructuras vasculares, el investigador del IFC y sus colaboradores comprobaron que la inyección de Morfolino 2 antibetaglicano afectaba la angiogénesis en el tronco del pez cebra. El investigador y sus colaboradores encontraron que es posible rescatar parcialmente estos defectos al inyectar junto con el Morfolino un mRNA del betaglicano de rata, lo cual indica que son específicos de este receptor.

Indicó que estos resultados, que sugieren que el betaglicano participa en el fenotipo vascular del pez cebra, son destacables porque aunque se sabía que los miembros de la familia de TGF- $\beta$  y sus receptores tienen incidencia en el desarrollo de anomalías cardiovasculares, no se había reportado una participación importante del betaglicano en este sentido. [i](#)



Doctor Fernando López Casillas  
Foto: Sonia Olguin



Un impulso al desarrollo alimentario



Premio Nacional en Ciencia  
y Tecnología de Alimentos 2015



# CONVOCATORIA 2015



La Industria Mexicana de *Coca-Cola* invita a participar a profesionales y estudiantes que hayan realizado investigaciones y estudios en Ciencia y Tecnología de Alimentos y Bebidas en México entre el año 2013 y el año 2015, a presentar sus trabajos para concursar en las siguientes categorías:

- Categoría Estudiantil en Ciencia y Tecnología de Alimentos
- Categoría Profesional en:
  - 1) Ciencia de Alimentos
  - 2) Tecnología de Alimentos
  - 3) Ciencia y Tecnología de Bebidas

Asimismo, se convoca a instituciones de educación superior y centros de investigación a presentar candidatos para la

## **“Cátedra Coca-Cola para Jóvenes Investigadores en Ciencia y Tecnología de Alimentos 2015”**

Fecha límite de inscripción, entrega de trabajos y registro de candidatos  
**3 de julio de 2015 a las 18:00 horas.**

EXCLUSIVAMENTE ALIMENTOS Y BEBIDAS PARA CONSUMO HUMANO  
DE ACUERDO CON LAS BASES DE ESTA CONVOCATORIA.



*Coca-Cola* México



## MAYORES INFORMES

**Premio Nacional en Ciencia y Tecnología de Alimentos**  
Coordinación Ejecutiva

Rubén Darío No. 115  
Col. Bosque de Chapultepec  
C.P. 11580 México, D.F.

Teléfonos: (01-55) 5262-2241 / 5644-1247 (en el Distrito Federal)  
(01-800) 704 44 00 (llamada sin costo del interior de la república)

Internet: [www.pnctacocacola.com.mx](http://www.pnctacocacola.com.mx), [www.conacyt.mx](http://www.conacyt.mx)

[www.facebook.com/pnctacocacola](https://www.facebook.com/pnctacocacola)

@PNCTACocaCola

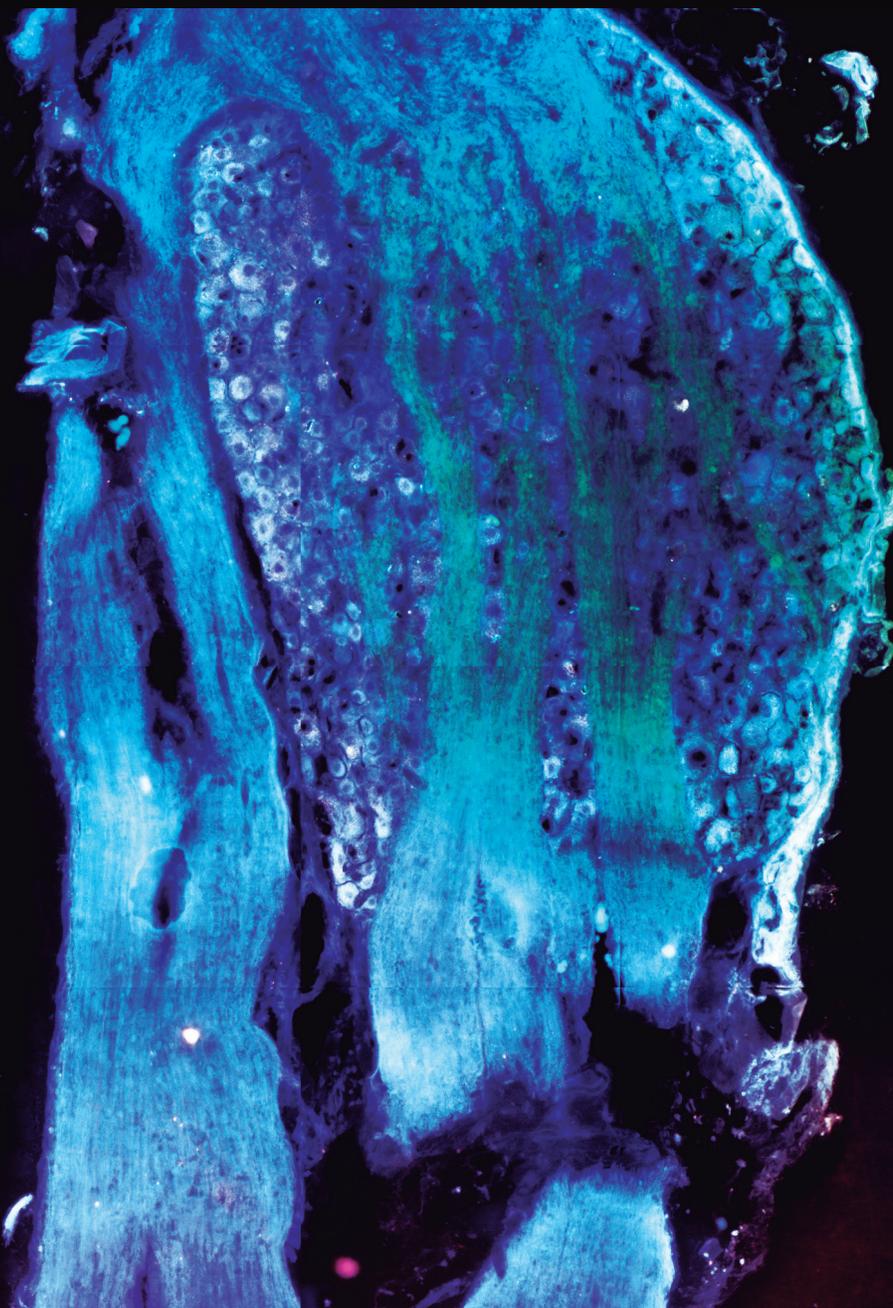
HAZ DEPORTE

**HOLA** 01800-704 4400

¡Beba sin costo INFORMACIÓN AL CONSUMIDOR © The Coca-Cola Company 2013, "Coca-Cola", la onda dinámica y el contorno de la botella, son marcas registradas y propiedad de The Coca-Cola Company.

# IX Curso Institucional de Microscopía Confocal y Estereología

Miguel Tapia



La Unidad de Microscopía del Instituto de Investigaciones Biomédicas llevó a cabo su curso anual durante el pasado mes de abril. El evento tuvo alcance nacional, por lo que asistieron aproximadamente 50 asistentes entre investigadores, técnicos académicos, postdoctorantes, estudiantes de grado y posgrado de distintas instituciones y programas académicos tanto de la Ciudad de México como del interior de la República.

Durante el curso se abordaron de manera profunda los principios básicos de la microscopía de campo claro y fluorescencia, confocal y superresolución; además se trataron las técnicas de preparación histológica, estereología, de análisis adecuado y de la apropiada visualización de imágenes.

De igual manera, se dieron a conocer los distintos microscopios y técnicas aplicadas a la microscopía con que cuenta la Unidad de Microscopía de nuestro Instituto que da servicio a cualquier persona interesada en ellas.

En esta ocasión, el IX Curso Institucional de Microscopía Confocal y Estereología tuvo un módulo teórico que se impartió durante tres días en sesiones matutinas, dando lugar a la parte práctica por las tardes y durante un día completo.

Los ponentes en el módulo teórico, dieron una visión global del tema, que abarcó desde su historia, los conceptos básicos, así como aplicaciones actuales de la microscopía. También abordaron el campo de la microscopía óptica, los equipos y las técnicas más recientes, como la microscopía multifotónica, LSM (light sheet fluorescence microscopy) y varias técnicas de microscopía de superreso-

lución tales como la STED (*Stimulated emission depletion*), PALM (*photoactivated localization microscopy*); STORM (*stochastic optical reconstruction microscopy*) y SIM (*structured illumination microscopy*).

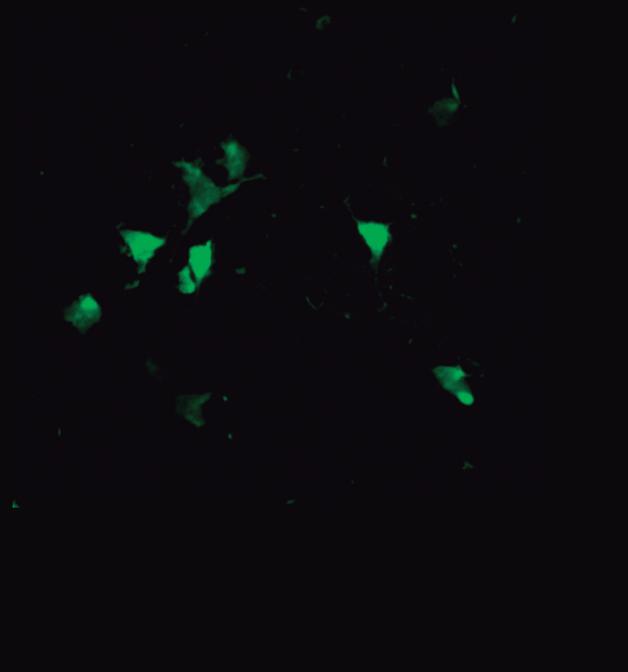
En esta ocasión, las sesiones teóricas fueron conducidas por el que suscribe en colaboración con las invitadas especiales: la doctora Julieta G. Mendoza Torreblanca, especialista en teoría y aplicaciones en estereología e Investigadora del Instituto Nacional de Pediatría y la doctora Ana Cecilia Rivas Caicedo, especialista en microscopía confocal y de superresolución de la empresa Nikon México S.A. de C.V. La principal característica del curso fue la gran interacción entre los participantes, quienes enriquecieron las sesiones teóricas con sus aportaciones sobre las diversas aplicaciones de la microscopía.

En las sesiones prácticas, realizadas por las tardes, los estudiantes utilizaron los equipos de la Unidad de Microscopía localizada en la planta baja del edificio C de la Sede Circuito Exterior para conocer su funcionamiento y tuvieron la oportunidad de trabajar con sus propias preparaciones biológicas con los objetivos de 1) usar la infraestructura de la Unidad de acuerdo con sus necesidades específicas y 2) resolver sus dudas conforme avanzaban las prácticas.

Como se ha realizado en los cursos más recientes, se dio la oportunidad a las empresas del ramo de patrocinar el evento, dada la importancia y el prestigio que ha adquirido el curso en la Comunidad Académica nacional. En esta ocasión el patrocinio del Curso estuvo a cargo de las empresas Nikon México S.A. de C.V. y Alta Tecnología en Laboratorios S.A. de C.V, las cuales proveyeron de material de apoyo a los asistentes y pusieron en exhibición microscopios Nikon para los asistentes.

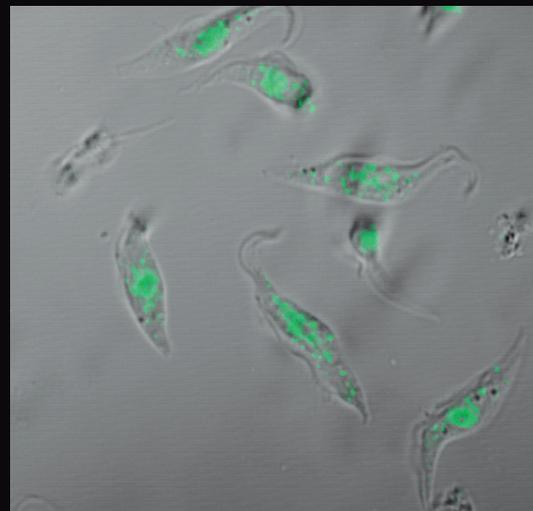
Finalmente, se invitó a los asistentes a utilizar los diversos servicios que brinda la Unidad de Microscopía del IIB, que incluyen además de la captura de imágenes, la asistencia en el diseño de experimentos en lo relativo a protocolos; la elección de fluorocromos y otros detalles técnicos. 

Para cualquier información adicional, por favor comunicarse por correo electrónico a: [mtapia@biomedicas.unam.mx](mailto:mtapia@biomedicas.unam.mx) o al teléfono 5622 9185.



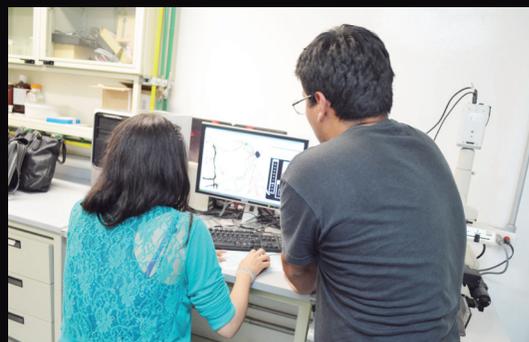
**Gabriela Languren**

Neuronas de la corteza positivas a Fluorojade, marcador de daño neuronal.



**Luis E Florencio**

*Leishmania major* positivos a un factor de transcripción, ELP3b.



Participantes del curso durante la sesión práctica.

# Día Mundial Sin Tabaco 2015

## Alto al comercio ilícito de productos de tabaco

José López Vásquez

De acuerdo con datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el consumo de tabaco mata aproximadamente a 6 millones de personas al año, de las cuales, más de 600,000 son no fumadores expuestos al humo ajeno. Cada seis segundos, aproximadamente, muere una persona a causa del tabaco; lo que representa una de cada 10 defunciones de adultos.

Según cálculos de esta organización, hasta la mitad de los consumidores actuales podrían morir por una enfermedad relacionada con el tabaco. Por si fuera poco, el comercio ilícito de productos de tabaco, hace aumentar la cifra al ofrecerlos a precios más bajos, principalmente porque se elude el pago de impuestos a los Estados mediante el contrabando, la fabricación ilegal o la falsificación.

Un menor precio del tabaco incita al consumo entre los jóvenes (quienes suelen tener ingresos más bajos) y reduce los ingresos públicos y, por ende, los recursos destinados al desarrollo socioeconómico, sobre todo en los países pobres que dependen en gran medida de los impuestos sobre el consumo.

Por lo anterior y en ocasión del Día Mundial Sin Tabaco 2015, la OMS exhortó a los países a que colaboren para poner fin al comercio ilícito de productos de tabaco, que es motivo de preocupación a escala mundial, en particular en lo referente a la salud, el derecho y la economía, la gobernanza y la corrupción.

En México, el Instituto Nacional de Cancerología (INCAN) realizó un evento que reunió a las máximas autoridades de salud del país, encabezado por la secretaria de Salud Federal, Mercedes Juan López, acompañada de Manuel Mondragón y Kalb, comisionado Nacional Contra las Adicciones y el secretario de Salud de la Ciudad de México, Armando Ahued Ortega, en el cual se dio a conocer que uno de cada diez cigarros provienen del comercio ilícito.

Asimismo, se concluyó que una de las medidas más eficaces que debe replicarse en todas las entidades del país, es la aplicación de la Ley de Protección a la salud de los No Fumadores, iniciativa que puso en marcha en 2008 el gobierno de la Ciudad de México, y la cual incluye la prohibición de fumar en espacios públicos cerrados, así como la venta de cigarros a menores de edad.

En cuanto a las acciones de prevención, la Secretaría de Salud, Mercedes Juan, hizo mención de la labor que se desarrolla a través de las denominadas UNEME-CAPA: Unidades de Especialidad Médica- Centros de Atención Primaria en Adicciones.

En la Ciudad de México se cuenta con 31 UNEME-CAPA, a través de las cuales se llevan a cabo acciones de prevención en el consumo de tabaco, así como de otras sustancias tóxicas dirigidas a la población en general, pero específicamente a los adolescentes, sector en el que se registra cada vez con mayor frecuencia el inicio del consumo de tabaco desde los 12 años de edad según reportes de la Secretaría de Salud.

Según algunos estudios, y por la información proporcionada por la comunidad aduanera mundial, el mercado del tabaco ilícito podría suponer hasta una décima



parte de los cigarrillos consumidos en el mundo. La Comisión Europea calcula que el comercio ilícito de cigarrillos cuesta a la Unión Europea y sus Estados miembros más de 10,000 millones de euros cada año por concepto de impuestos e ingresos aduaneros no percibidos.

El comercio ilícito no es un problema exclusivo de los países de ingresos altos; en casi todos los países del mundo ocurre este fenómeno, de una forma u otra. En respuesta a la amenaza que supone el comercio ilícito de tabaco, la comunidad internacional negoció y adoptó en noviembre de 2012 el protocolo para la eliminación del comercio ilícito de productos de tabaco, el primer protocolo del Convenio Marco de la OMS para el Control del Tabaco (CMCT OMS).

El CMCT OMS es un tratado basado en pruebas que reafirma el derecho de todas las personas al máximo nivel de salud posible. Éste representa un cambio de paradigma en el desarrollo de una estrategia de reglamentación para abordar las sustancias adictivas; a diferencia de tratados previos sobre control de drogas, establece la importancia de las estrategias de reducción de la demanda, además de cuestiones relacionadas con el suministro.

Dicho convenio se elaboró en respuesta a la globalización de la epidemia en el consumo de tabaco. La propagación de esta epidemia se ve facilitada por una diversidad de factores complejos con efectos transfronterizos, incluidas la liberalización del comercio y la inversión extranjera directa. Otros factores —como la mercadotecnia mundial; la publicidad, la promoción y el patrocinio transnacionales del tabaco, y el movimiento internacional de contrabando y falsificación de cigarrillos— también han contribuido al incremento explosivo en el consumo de tabaco.

Los Estados miembros que han firmado el Convenio se comprometen a esforzarse de buena fe para ratificarlo, aceptarlo o aprobarlo, y adoptan el compromiso político de no socavar los objetivos establecidos en él. En América Latina, la Secretaría del Convenio ha realizado recientemente dos talleres multisectoriales para promover la ratificación y la adhesión al Protocolo — que se basa en el artículo 15 del

CMCT OMS y lo complementa— para la eliminación del comercio ilícito de productos de tabaco.

Del 22 al 24 de abril de 2015, representantes de los gobiernos de Costa Rica, Guatemala, El Salvador, Honduras, México, Nicaragua y Panamá se reunieron para discutir los próximos pasos hacia la entrada en vigor del Protocolo para la eliminación del comercio ilícito de productos de tabaco.

#### Aspectos económicos

El consumo de tabaco es la principal causa evitable de muerte y según la OMS, en 2030 provocará la muerte de 8 millones de personas, de las cuales 80 por ciento pertenecerán a países de ingresos bajos y medios.

El costo del consumo de tabaco se mide en función de la enorme carga de morbilidad, el gran sufrimiento y las múltiples dificultades familiares que ocasiona. Esto también impacta a las economías nacionales a consecuencia del aumento del gasto sanitario y la merma de productividad.

Actualmente ya se tiene mayor comprensión de cómo reducir el costo económico y sanitario de esta epidemia mortal. Las políticas de reducción de la demanda, como aumentar los impuestos o la prohibición total de la publicidad del tabaco o de fumar en lugares públicos, forman parte de las medidas más eficientes para reducir el consumo de tabaco y los consiguientes daños para la salud y el desarrollo económico. <sup>1</sup>

Con información de la Organización Mundial de la Salud y la Secretaría de Salud del Gobierno del Distrito Federal.

- 1) <http://www.who.int/fctc/mediacentre/news/2015/panamabotswana/es/>.
- 2) <http://www.who.int/campaigns/no-tobacco-day/2015/event/es/>
- 3) [http://www.who.int/fctc/text\\_download/es/](http://www.who.int/fctc/text_download/es/)

---

## El consumo de tabaco es la principal causa evitable de muerte y según la OMS, en 2030 provocará la muerte de 8 millones de personas

---



# IoT: La evolución de Internet

@Omar Rangel Rivera

Considerando el impacto que ha tenido Internet en la educación, la comunicación, los negocios, los Gobiernos, la ciencia y las sociedades, evidentemente estamos hablando de una de las creaciones más importantes en la historia de la humanidad. El Internet de las Cosas (*IoT* por sus siglas en inglés, *Internet of Things*) permite concebir proyectos de magnitudes inimaginables, proyectos que prometen optimizar la distribución de los recursos del mundo y ayudarnos a comprender mejor el planeta, haciéndonos más proactivos y menos reactivos.

*IoT* nace en el momento en que existen más dispositivos, objetos o equipos conectados a Internet que personas, se calcula que esto sucedió entre los años 2008 y 2009, mientras que para 2020 se piensa que seremos 7.6 mil millones de personas y 500 mil millones de dispositivos conectados (Fuente: CISCO IBSG, Internet Business Solutions Group).

*IoT* es un concepto que se refiere a la interconexión digital de cualquier objeto con Internet, lo que nos da por resultado una colección de redes diferentes con distintos fines que se interconectan para proporcionar datos que se estructuran para producir información, esto genera conocimiento que nos permite experimentar y, en consecuencia, obtener sabiduría que perdura en el tiempo. Por ejemplo, los automóviles modernos tienen múltiples "redes" para controlar el funcionamiento del motor, las funciones de seguridad, la comunicación, etc., de la misma forma muchos edificios tienen distintos sistemas de control para el acceso, el aire acondicionado, la seguridad, etc.; a medida que el *IoT* evoluciona estas redes y muchas más estarán relacionadas íntimamente, incorporando capacidades de gestión, seguridad y análisis, lo que nos permitirá un mayor conocimiento y control del ambiente en el que nos desarrollamos.

Ya están en marcha muchos proyectos de *IoT* que aunque

parecieran muy ambiciosos han comenzado a dar buenos resultados y son prueba de que las posibilidades del *IoT* son infinitas. Estos son algunos ejemplos que muestran que el *IoT* está cambiando la vida de las personas:

- \* Una empresa de lácteos que coloca sensores en su ganado para monitorear la salud de los animales, su actividad y comportamiento asegura, una mejor calidad en sus productos.
- \* Proveedores de servicios que a través de sensores mejoran la gestión de su infraestructura, personal y clientes, para incrementar la eficacia en sus procesos, lo que se traduce en mayor rentabilidad y mejores servicios.

- \* Dispositivos de monitoreo de signos vitales e indicadores de salud que se implantan en las personas para cuidar su estado o incluso que envían señales de alerta cuando el paciente se ha caído o no puede levantarse.

Existen aún algunos desafíos y barreras tecnológicas por resolver, como la forma de identificar todos estos dispositivos de forma única en la red de redes, o la autosustentabilidad energética de los sensores; es evidente que la normatividad en materia de seguridad, privacidad, arquitectura y comunicaciones también debe modernizarse y adecuarse para impulsar el crecimiento del *IoT* en beneficio de las sociedades.

El Internet de las Cosas ha avanzado a pasos agigantados, pero además de todo el apoyo técnico y científico que tiene por parte de grupos de investigación y fabricantes de tecnología, el futuro de internet depende del trabajo conjunto de empresas, gobiernos, entidades normativas y el área académica, todos encaminados hacia una meta común que no es el avance de la tecnología porque sí; el *IoT* necesita demostrar su valor desde el punto de vista humano. 