Gaceta
Biomédicas

Agosto de 2019 Año 24 Número 8 ISSN 1607-6788

Órgano Informativo del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM

Reanudación de los seminarios institucionales

Pág. 7

Determinación sexual en vertebrados: mismos genes, diversas estrategias

Pág. 10

El estudio de la teniasis-cisticercosis, el aporte mexicano

Pág. 8

Fotografías:
Los investigadores eméritos Horacio Merchant y Juan Pedro Laclette

Rector
Dr. Enrique Luis Graue Wiechers

Secretario General
Dr. Leonardo Lomelí Vanegas

Secretario Administrativo
Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez

Coordinador de
la Investigación Científica
Dr. William Lee Alardín

Directora del IIB
Dra. Imelda López Villaseñor

Gaceta Biomédicas

Directora y Editora
Mtra. Sonia Olguin García

Editor Científico
Dr. Edmundo Lamoyi Velázquez

Reportera
Keninseb García Rojo

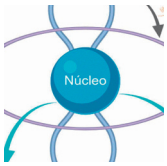
Gaceta Biomédicas, Órgano Informativo del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM. Es una publicación mensual, realizada por el Departamento de Prensa y Difusión del IIB. Editores: Sonia Olguin y Edmundo Lamoyi. Oficinas: Segundo piso del Edificio de Servicios a la Investigación y la Docencia del IIB, Tercer Circuito Exterior Universitario, C.U. Teléfono y fax: 5622-8901. Año 24, número 8. Certificado de Licitud de Título No. 10551. Certificado de Licitud de Contenido No. 8551. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del título 04-2018-092408590700 expedido por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. ISSN 1607-6788. Este número se terminó de imprimir el 31 de agosto de 2019 en Litográfica Ingramex S.A. de C. V., Centeno 162 - 2 Col. Valle del Sur Iztapalapa CDMX 09810 la Ciudad de México.

Información disponible en:
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**
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.

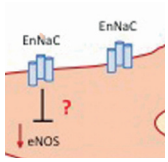
CONTENIDO

AÑO 24 NÚMERO 8 AGOSTO, 2019

3 MODELO ATÓMICO DE SCHRÖDINGER-PAULI Y SUS APLICACIONES EN MEDICINA



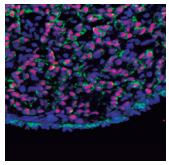
5 UN NUEVO JUGADOR EN LA FISIOPATOLOGÍA VASCULAR Y DE LA ISQUEMIA RENAL



7 REANUDACIÓN DE LOS SEMINARIOS INSTITUCIONALES

8 EL ESTUDIO DE LA TENIASIS-CISTICERCOSIS, EL APORTE MEXICANO

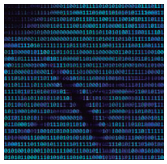
10 DETERMINACIÓN SEXUAL EN VERTEBRADOS: MISMOS GENES, DIVERSAS ESTRATEGIAS



12 LA SALUD EN MÉXICO

14 AUTONOMÍA PARA LA CIENCIA Y LA INVESTIGACIÓN

16 MODOS DE USO DE LINUX EN BIOMEDICINA

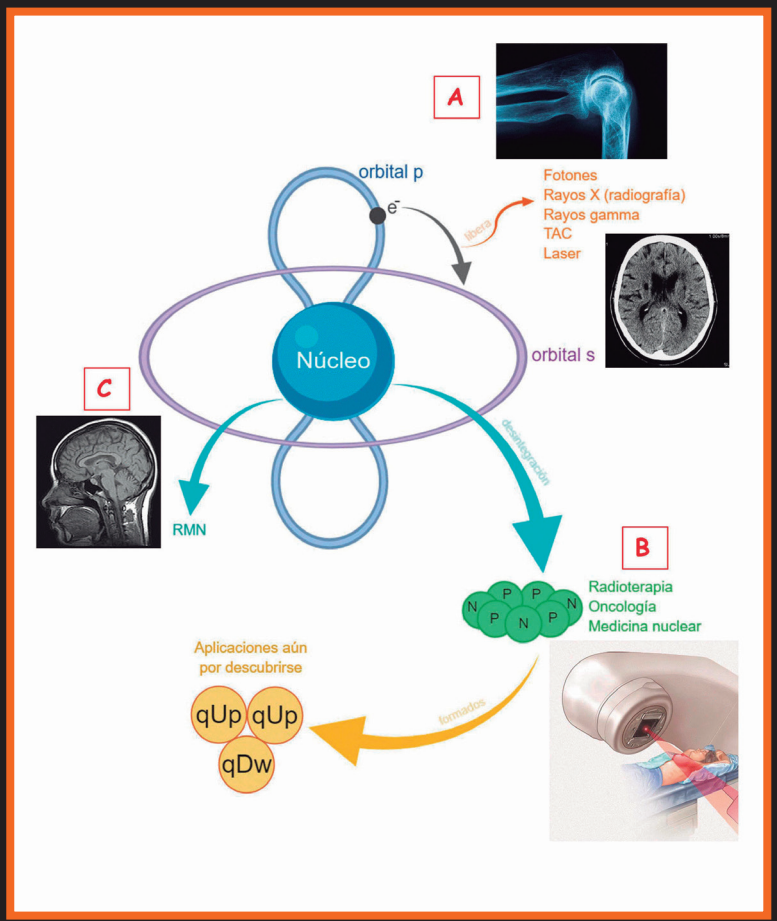


Consulta ediciones anteriores usando nuestro código QR

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
ddu@unam.mx
Teléfonos: 5622-6220 y 21, 5528-7481
Lunes a Viernes
9:00 a15:00 y de 17:00 a 20:00

Modelo atómico de Schrödinger-Pauli y sus aplicaciones en medicina

Ignacio Martínez
Departamento de Inmunología, IIB.



Aportaciones del modelo atómico a la medicina. La comprensión de la estructura atómica ha permitido la manipulación de los electrones (e-) y fotones para el diagnóstico por imagenología (A), el desarrollo de la medicina nuclear y radioterapia a partir de las propiedades radioactivas de los núcleos (B) y la resonancia magnética nuclear (RMN) para el diagnóstico de diversos padecimientos (C). Las aplicaciones de las partículas elementales como los quarks up (qUp) y down (qDw) que forman los protones (p) y neutrones (N) aún por descubrirse.

Ilustración: Betsabe Linares Ferrer

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) declaró el 2019 como Año Internacional de la Tabla Periódica, por la importancia que ésta ha tenido en el avance de la física y la química, e indirectamente de otras disciplinas como la biología y medicina [1]. La evolución de la tabla periódica para convertirse en lo que es actualmente solo pudo darse gracias al avance de otro elemento de la ciencia: el establecimiento del moderno modelo atómico.

El filósofo griego Demócrito fue el primero en proponer que la materia estaba formada por partículas diminutas, indivisibles, a las que llamó átomos; sin embargo, dadas las limitaciones técnicas de su tiempo no tuvo forma de demostrar su planteamiento. Tuvieron que pasar varios siglos hasta que John Dalton, a finales del siglo XVIII, retomó los postulados de Demócrito y propuso el primer modelo atómico fundamentado en observaciones científicas. A partir de ese momento se sucedieron diferentes propuestas, que trataban de explicar las propiedades observadas en los átomos y de predecir otras.

El establecimiento de cada uno de los componentes (protón, neutrón, electrón), así como sus propiedades (masa, carga eléctrica, momento angular, momento lineal, líneas de emisión espectrales, niveles y subniveles de energía, fuerzas nucleares), permitieron establecer un modelo integral que actualmente reconoce las interacciones de protones y neutrones (núcleo) con los electrones que giran alrededor en una "nube electrónica"[2].

El modelo atómico vigente, propuesto por Erwin Schrödinger y complementado con los postulados de Wolfgang Pauli a principios del siglo XX, establece que los protones y neutrones presentes en el núcleo deben estar en una proporción definida para que éste sea estable. Cuando esa proporción se rompe, los núcleos son inestables y los definimos como radioactivos. Asimismo, los electrones giran alrededor del núcleo en orbitales (zonas de alta probabilidad) que tienen diferentes formas dependiendo de su nivel de energía. Los electrones pueden pasar de un nivel de energía a otro absorbiendo o liberando fotones (partículas energéticas de naturaleza ondulatoria). La capacidad de los diferentes orbitales para retener o liberar cierto número de electrones es lo que permite las interacciones químicas entre los átomos de elementos distintos[3].

La comprensión de este modelo atómico y las propiedades de algunos elementos, así como la manipulación de cada uno de sus componentes, abrieron la puerta para el desarrollo de dispositivos que han impactado la medicina. De particular interés han sido la radioactividad nuclear y la naturaleza de la luz (fotones).

El empleo de materiales radioactivos para el diagnóstico o tratamiento de enfermedades ha dado lugar al desarrollo de la medicina nuclear (diagnóstico mediante radioisótopos, radiofármacos, esterilización de equipos médicos, radioinmunoanálisis, radioterapia tumoral)[4].

Por otro lado, la generación y manipulación de fotones se ha empleado en medicina mediante el desarrollo de técnicas de radiación electromagnética. Los rayos X y los rayos gamma son por mucho los dos tipos de radiación ionizante más conocidos y empleados. Los primeros, utilizados en el diagnóstico radiológico tradicional y para la tomografía axial computarizada (TAC). Los segundos, para algunos esquemas de diagnóstico (gammagrafía) y radioterapia[5].

La TAC utiliza el mismo principio de la imagenología clásica por rayos X, pero se fundamenta en el movimiento de la fuente emisora y el detector alrededor del tejido de interés, lo cual genera un amplio número de imágenes que al ser sobrepuestas y analizadas por medio de un ordenador (computadora) reconstruyen una imagen por capas del tejido a estudiar[6].

Otro beneficio obtenido a partir de la naturaleza de los fotones fue el desarrollo del rayo láser (acrónimo de Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation), cuya aplicación en cirugías y procesos de cicatrización ha sido invaluable para la medicina moderna[7-8].

Por otra parte, el uso de protones y neutrones en radioterapia para el tratamiento de tumores tiene mayor alcance que los rayos X y menores efectos sobre tejidos sanos[9-10]. Asimismo, dadas las propiedades magnéticas de los núcleos atómicos se desarrolló la técnica conocida como resonancia magnética nuclear (RMN), cuya aplicación proporciona información sobre las características fisiológicas de los tejidos, que apoya el diagnóstico radiológico tradicional[11].

Para finalizar, cabe mencionar que la física ha descrito la existencia de antimateria (positrones, antiprotones) y partículas elementales (quarks, neutrinos, gluones, bosones), cuyas interacciones aún son objeto de estudio y que han modificado la concepción del átomo y de la materia. Ahora se sabe que tanto los protones como los neutrones están formados por diversos quarks, unidos entre sí por gluones. La antimateria, por otra parte, ya tiene aplicaciones como la tomografía por emisión de positrones[12]. Aunque el conocimiento sobre la naturaleza, propiedades y posibles aplicaciones de las partículas subatómicas aún es escaso y sigue en debate, es solo cuestión de tiempo para que los científicos encuentren la forma de domesticar estas partículas elementales en beneficio de la salud humana.

Literatura y páginas WEB consultadas:

1. Proclamación por las Naciones Unidas de 2019 Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259915_spa
2. Cruz-Bastida JP y García Hernández D. 2015. *El fotón de Asclepio, el ojo y el arma de la medicina moderna*. Colección La Ciencia para Todos 238, Fondo de Cultura Económica, México, DF. ISBN:978-607-16-3338-5.
3. De la Peña L. 2006. *Introducción a la mecánica cuántica*. Tercera edición. Colección Ediciones Científicas Universitarias, Fondo de Cultura Económica, México. D.F.
4. Sharma AR. 2018. Nuclear Medicine in India: A Historical Journey. *Indian J Nucl Med*. 33:S5-S10. doi: 10.4103/0972-3919.245053.
5. Barba JF, et al. 2011. Study on the findings of an immediate renal gammagraphy and its effect on the survival of a kidney graft. Actas Urol Esp. 35:218-24.
6. Sun Z, et al. 2019. Synchrotron radiation computed tomography assessment of calcified plaques and coronary stenosis with different slice thicknesses and beam energies on 3D printed coronary models. *Quant Imaging Med Surg*. 9:6-22.
7. Walser E, et al. 2019. Focal laser ablation of prostate cancer: results in 120patients with low- to intermediate-risk disease. *J Vasc Interv Radiol*. 30:401-409.
8. Hendriksma M, et al. 2019. Quality of life and voice outcome of patients treated with transoral CO_2 laser microsurgery for early glottic carcinoma (T1-T2): a 2-year follow-up study. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 276:805-814.
9. Resch AF, et al. 2019. Evaluation of electromagnetic and nuclear scattering models in GATE/Geant4 for proton therapy. *Med Phys*. doi: 10.1002/mp.13472.
10. Timoshchuk MA, et al. 2019. The efficacy of neutron radiation therapy in treating salivary gland malignancies. *Oral Oncol*. 88:51-57.
11. Lee JY, et al. 2019. Permeability measurement using dynamic susceptibility contrast magnetic resonance imaging enhances differential diagnosis of primary central nervous system lymphoma from glioblastoma. *Eur Radiol*. doi: 10.1007/s00330-019-06097-9.
12. Cabrera-Rodríguez J, et al. 2012. Indications for positron emission tomography and bone gammagraphy in staging lung cancer. *Arch Bronconeumol*. 48:300.

Foto: https://unsplash.com Licencia de libre uso.

Un nuevo jugador
en la fisiopatología vascular y de la isquemia renal

Jonatan Barrera Chimal
Departamento de Medicina Genómica y Toxicología Ambiental, Unidad de Medicina Traslacional
Instituto de Investigaciones Biomédicas e Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez"

El canal epitelial de sodio (ENaC) tiene una función muy reconocida en el epitelio renal, pulmonar, del colon y de las glándulas sudoríparas, donde participa en la reabsorción de sodio; sin embargo, se ha descrito que ENaC también se localiza en las células endoteliales en donde poco se conoce sobre su función.

A pesar de que el ENaC que se ha descrito en el endotelio es idéntico estructuralmente al de células epiteliales, se le ha denominado EnNaC ("endothelial ENaC") para enfatizar la diferencia funcional del canal localizado en el epitelio y en el endotelio.

Estudios recientes utilizando microscopía de fuerza atómica y modulación de los niveles de expresión de EnNaC han mostrado que esta proteína participa en la regulación de la nanomecánica endotelial.[1] Mientras mayor sea la cantidad de EnNaC que se localice en la superficie apical de la célula endotelial, más rígida será su superficie y esto además se asocia a una reducción en la síntesis de óxido nítrico (NO). En cambio, si los niveles de EnNaC disminuyen, la superficie de la célula endotelial será más flexible y se produce una mayor cantidad de NO, principal indicador de una adecuada función endotelial[1].

La relevancia fisiopatológica de estos hallazgos ha sido poco explorada. Tomando en cuenta que EnNaC regula la función endotelial y que la lesión renal aguda isquémica es un síndrome en donde una reducción de la síntesis de NO juega un papel esencial en la vasoconstricción e hipoxia sostenida y por consecuencia daño tisular renal.

En el laboratorio de Fisiología Cardiovascular y Trasplante Renal de la Unidad de Medicina Traslacional nos interesamos en conocer si el EnNaC pudiera tener una participación relevante en el daño renal que se observa como consecuencia de un episodio de isquemia. Para estudiar esta hipótesis, utilizamos un modelo *in vivo* de ratones con eliminación genética de EnNaC específicamente en el endotelio. En estos ratones provocamos un episodio de isquemia renal bilateral de 22 minutos con reperfusión de 24 horas y comparamos el grado de daño al tejido renal respecto a ratones controles.

Observamos que los ratones con eliminación de EnNaC presentaron una disminución significativa en la magnitud de la disfunción renal y el daño en el epitelio tubular renal posterior al episodio de isquemia, determinado por marcadores específicos de daño tubular y el análisis de cortes histológicos. Un hallazgo interesante fue que los ratones con deficiencia de EnNaC se recuperaron con mayor rapidez de la hipoxia inducida por la isquemia, sugiriendo una mejor perfusión renal posiblemente mediada por mayor producción de NO por la sintasa de óxido nítrico endotelial y por ende menor vasoconstricción [2].

En estudios posteriores en cultivos de células endoteliales humanas mostramos que la inhibición farmacológica de EnNaC promueve la dimerización y activación de la sintasa de óxido nítrico, mostrando así un posible mecanismo por el que la deficiencia de EnNaC mejora la respuesta contra el daño renal isquémico.[2] Nuestros datos apoyan la idea de que EnNaC tiene un papel en las células endoteliales que va más allá de regular la homeostasis del sodio, sino que también se relaciona con la nanomecánica celular y a su vez con la regulación de la actividad de la sintasa de óxido nítrico endotelial.

Estudios recientes confirman nuestras observaciones sobre la implicación de EnNaC en diferentes condiciones patológicas. Se ha mostrado que inhibir farmacológicamente a EnNaC mejora la función endotelial, reduce la rigidez aórtica y previene la disfunción ventricular izquierda en ratones con obesidad inducida por dieta occidental [3].

Otro ejemplo del papel que juega EnNaC en el endotelio es el síndrome de Liddle (una forma hereditaria de hipertensión), el cual es causado por mutaciones de ganancia de función de ENaC, en donde se pensaba que el principal mecanismo de la hipertensión es el aumento en la cantidad de sodio que se reabsorbe en el riñón; sin embargo, se ha mos-

trado que también hay una mayor abundancia de EnNaC apical en el endotelio y en consecuencia se incrementa la rigidez de la superficie vascular, contribuyendo al aumento del tono vascular y los niveles de presión arterial[4]. A pesar del avance que se ha tenido en el conocimiento del papel que desempeña EnNaC en el endotelio, quedan muchas preguntas por responder, incluyendo el mecanismo exacto por el que EnNaC regula la actividad de la sintasa de óxido nítrico en el endotelio (Figura 1).

Por último, recientemente caracterizamos que la disfunción y fibrosis cardiaca que ocurren como consecuencia de la enfermedad renal crónica (síndrome cardiorrenal tipo IV) están asociados a una disminución de la actividad de la sintasa de óxido nítrico endotelial en el tejido cardiaco[5]. ¿Podría un incremento en la actividad y/o expresión de EnNaC relacionarse con la reducción de la actividad de la sintasa de óxido nítrico en el síndrome cardiorrenal?

Referencias

1. Kusche-Vihrog, K.; Jeggle, P.; Oberleithner, H., The role of ENaC in vascular endothelium. *Pflügers Arch* 2014, 466, 851.

2.* Tarjus, A.; Gonzalez-Rivas, C.; Amador-Martinez, I.; Bonnard, B.; Lopez-Marure, R.; Jaisser, F.; Barrera-Chimal, J., The absence of endothelial sodium channel alpha (alphaENaC) reduces renal ischemia/reperfusion Injury. *Int J Mol Sci* 2019, 20, pii:E3132.

3. Martinez-Lemus, L. A.; Aroor, A. R.; Ramirez-Perez, F. I.; Jia, G.; Habibi, J.; DeMarco, V. G.; Barron, B.; Whaley-Connell, A.; Nistala, R.; Sowers, J. R., Amiloride improves endothelial function and reduces vascular stiffness in female mice fed a western diet. *Front Physiol* 2017, 456.

4. Jeggle, P.; Callies, C.; Tarjus, A.; Fassot, C.; Fels, J.; Oberleithner, H.; Jaisser, F.; Kusche-Vihrog, K., Epithelial sodium channel stiffens the vascular endothelium in vitro and in Liddle mice. *Hypertension* 2013, 61, 1053.

5.* Amador-Martinez, I.; Perez-Villalva, R.; Uribe, N.; Cortes-Gonzalez, C.; Bobadilla, N. A.; Barrera-Chimal, J., Reduced endothelial nitric oxide synthase activation contributes to cardiovascular injury during chronic kidney disease progression. *Am J Physiol Renal Physiol* 2019, 317, F275.

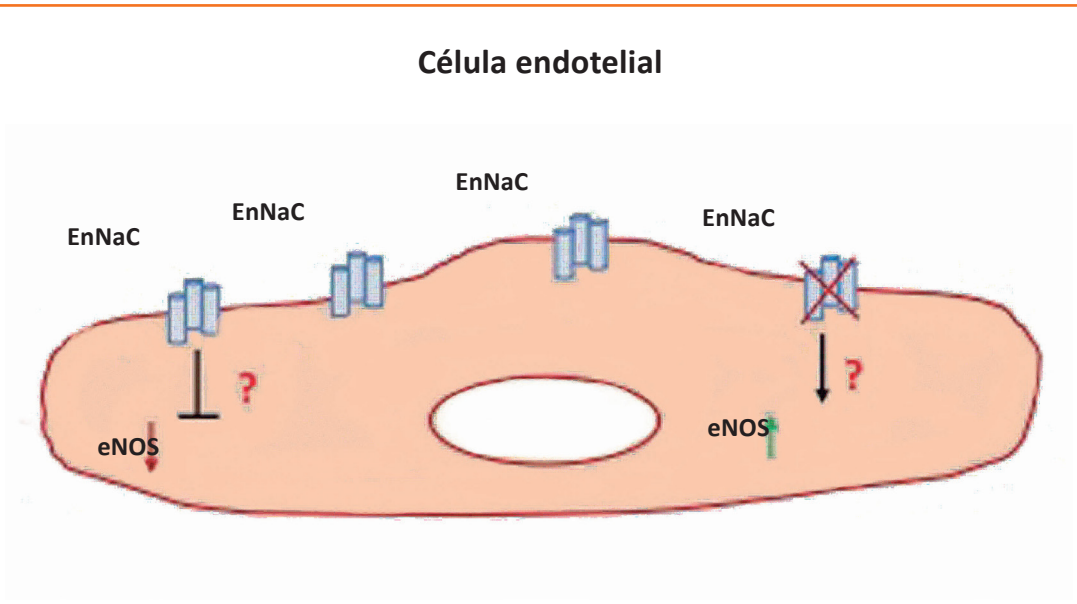


Figura 1. La inhibición de EnNaC en células endoteliales promueve la activación de la sintasa de óxido nítrico endotelial (eNOS); sin embargo, el mecanismo por el cual esto sucede aún no se conoce. Imagen: Jonatan Barrera

Reanudación
de los seminarios institucionales

Doctora Imelda López Villaseñor
Directora del IIB

La diversidad de las áreas de investigación que se cultivan en el Instituto de Investigaciones Biomédicas y la ubicación de sus integrantes en varias sedes han sido factores poco favorecedores para el desarrollo de una vida académica institucional integrada. Una manera de congregar a la comunidad académica es a través de los Seminarios Institucionales, espacios que se crean con el propósito de dar a conocer nuestro trabajo académico y generar foros de discusión entre todos sus miembros. Más aún, en estos espacios la comunidad académica puede interaccionar, conocerse mejor, desarrollar vínculos de colaboración.

En Biomédicas se han retomado los Seminarios Institucionales para llevarse a cabo de manera regular. Tendremos la participación tanto de académicos de nuestro Instituto como de reconocidos invitados de otras instituciones nacionales e internacionales pertenecientes a distintas áreas. La organización está a cargo de la Secretaría Académica, quien coordina una comisión responsable de proponer e invitar a los ponentes y revisar el calendario de las presentaciones. Esta comisión está abierta a escuchar propuestas de la comunidad para considerar ponentes que puedan participar en este foro. Vale la pena mencionar que este nuevo ciclo de Seminarios iniciará con la participación del Dr. Horacio Merchant y el Dr. Juan Pedro Laclette, investigadores eméritos, quienes compartirán con nosotros su pasión por la investigación que han desarrollado en nuestro Instituto.

Ahora bien, para tratar de resarcir el problema de la ubicación de nuestra comunidad, se estableció una red electrónica que permite enlazar a todas las Unidades Periféricas y Sedes Foráneas del Instituto, permitiendo a través de ella la interconexión en tiempo real durante los Seminarios Institucionales y otras actividades afines.

Fotografía: Sonia Olguin

El estudio de la teniasis-cisticercosis, el aporte mexicano

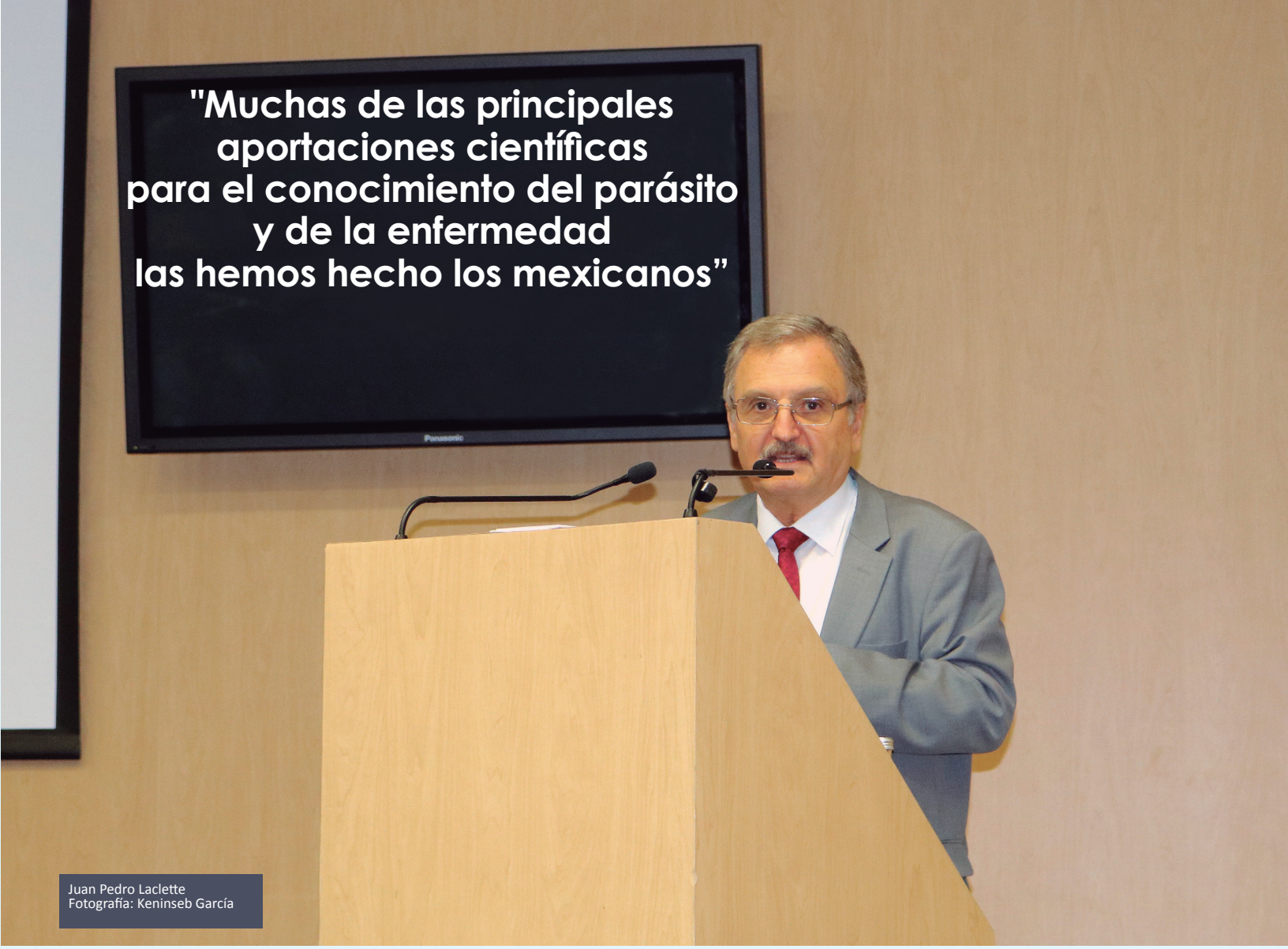
Sonia Olguin y Juan Pedro Laclette

Las principales aportaciones científicas para el conocimiento de *Taenia solium* y la teniasis-cisticercosis en materia de morfología, epidemiología, aspectos clínicos de la enfermedad, respuesta inmune del huésped, biología del parásito y estrategias para la prevención y control las han hecho los investigadores mexicanos, declaró el doctor Juan Pedro Laclette, investigador emérito del Instituto de Investigaciones Biomédicas.

Resaltó que el estudio de la teniasis-cisticercosis da evidencia muy clara de las virtudes del modelo de investigación colaborativa, dirigida hacia un tema de pertinencia nacional. Este modelo, que fue establecido por Kaethe Willms y Carlos Larralde, muestra además los beneficios del trabajo multi y trans-disciplinario practicado por los consorcios/redes de científicos para producir grandes aportaciones en ciencia básica y en impacto social; demuestra también el poder de transformación de la realidad, que la investigación científica logra en beneficio de la sociedad.

En el seminario institucional "Ser o no ser parásito, ¡esa es la pregunta posgenómica!", el doctor Laclette enfatizó los momentos sobresalientes de la participación de grupos universitarios y clínicos en el estudio de la teniasis-cisticercosis desde sus inicios, pasando por el genoma de *T. solium* hasta la posgenómica. Presentó lo que llamó la filogenia de esta investigación en Biomédicas, la cual calificó como una herencia compartida; dijo que es un tema que se puede considerar institucional al que se incorporaron otros investigadores del IIB como Edda Sciutto, Gladis Fragoso, Karlen Gazarian; Marco José, Roberto Hernández, Gohar Gevorkyan, Bertha Espinoza, Edmundo Lamoyi, Pedro Ostoa, Jorge Morales, Karen Manoucharian, Julio César Carrero, Raúl Mancilla, Horacio Merchant, Patricia Ostrosky y Agnes Fleury. Se incorporaron investigadores de muy diversas disciplinas más allá del ámbito biomédico, incluyendo a matemáticos, físicos, etc. Además resaltó "la influencia de los investigadores de Biomédicas para lograr el arraigo del tema en otras dependencias universitarias y en otras instituciones", de modo que en el curso de una generación pasaron de 2 investigadores interesados en el tema, a más de 60. Sobre la productividad científica de este grupo de investigadores mexicanos, mencionó que se han generado desde hace 30 años, más de 1000 publicaciones en teniasis-cisticercosis. "De hecho, nuestros grupos no tomaron las ideas e imágenes que había en la literatura, sino que creamos una narrativa y un diseño gráfico propio. Muchas de las principales aportaciones científicas para el conocimiento del parásito y de la enfermedad las hemos hecho los mexicanos" dijo.

Explicó que el primer estudio en el que participó en teniasis-cisticercosis fue dilucidar el mecanismo de acción de los benzimidazoles que se utilizan para el tratamiento de la enfermedad. Ya en Biomédicas participó en la convocatoria que hicieron algunos grupos para reunir a los principales científicos de todo el mundo y hacer la primera recopilación del conocimiento acerca de la teniasis-cisticercosis en el libro *Cysticercosis: present state of knowledge and perspectives*, publicado en 1982 por la editorial *Academic Press*. El libro tuvo gran impacto internacional, por lo que la Organización Mundial de la Salud convocó a los autores para elaborar los "Lineamientos para la vigilancia, prevención y control de la teniasis-cisticercosis". Ese documento tuvo repercusión nacional, motivando la formación del Programa Prioritario para el Control de la Teniasis Cisticercosis en México que coordinó Kaethe Willms y en el que también



Juan Pedro Laclette
Fotografía: Keninseb García

participaron los doctores Francisco Escobedo, Alfonso Escobar, Carlos Larralde, Ana Flisser, Ignacio Madrazo y el mismo Juan Pedro Laclette. De ese modo, definieron la Norma Técnica respectiva, para que fuera de cumplimiento obligatorio en la Secretaría de Salud de México, lo cual el ponente calificó como uno de los logros que explica la reducción considerable de la prevalencia de teniasis–cisticercosis.

Posteriormente, el doctor Laclette describió la participación de su grupo en la clonación y caracterización de los primeros genes de cestodos en colaboración con el doctor Roberto Hernández. También clonaron la primer proteína de cestodos que se expresó recombinantemente y describieron su función anti-inflamatoria por su capacidad para inhibir la cascada del complemento. Su grupo también demostró que el origen del parasitismo entre los platelmintos (gusanos aplanados) es monofilético. Es decir que entre más de 20 mil especies de platelmintos de vida libre, los 3 grupos parásitos (monogeneos, los digeneos y los cestodos), tienen un origen común. Esto muestra "la gran cantidad de adaptaciones que se requieren para que un organismo de vida libre se convierta en un parásito", comentó Laclette.

Para secuenciar el genoma de *Taenia solium*, los investigadores de Biomédicas convocaron a colegas de otras dependencias universitarias y del extranjero para poner en marcha el megaproyecto IMPULSA financiado totalmente por la UNAM y coordinado por el doctor Laclette. En interacción con grupos del extranjero reportaron, en un artículo altamente citado, 4 genomas de parásitos cestodos: *Echinococcus multilocularis*, *E. granulosus*, *Hymenolepis microstoma* y *T. solium*. Ahora saben que *T. solium* tiene casi trece mil genes; pero lo más interesante es el aspecto metabólico, ya que se trata de un organismo cuyo genoma se ha simplificado significativamente a lo largo de la evolución, tiene una restringida actividad biosintética y es altamente dependiente del huésped.

Al contar con la información del genoma, se abre la posibilidad de abordar desde la proteómica el estudio integral de la fisiología de estos organismos. "Finalmente entendemos cómo funcionan estas máquinas biológicas", mencionó Laclette. Dio varios ejemplos de lo que su laboratorio ha trabajado en la posgenómica de la teniasis-cisticercosis, gracias a la dilucidación del proteoma, ya que han logrado identificar y cuantificar 4,260 proteínas del cisticerco, de las cuales 3,300 eran del parásito y 21 por ciento del huésped. "Ahora estamos en capacidad de mejorar los métodos diagnósticos y revisar los candidatos vacunales para el control de la enfermedad" aseguró.

Nuestros resultados, dijo, "demuestran una extraordinaria intimidad molecular entre este parásito y su huésped porcino o humano". Con estas evidencias, el doctor Laclette considera que la fisiología celular del cisticerco no puede ser simplemente extrapolada a partir de la lógica funcional de células de mamífero, levaduras o bacterias. Se trata de una lógica celular en muchos aspectos peculiar, lo que remite al título de la plática: "ser o no ser parásito".

Horacio Merchant
Fotografía: Adrian Gómez

Determinación sexual en vertebrados: mismos genes, diversas estrategias

Keninseb García y Horacio Merchant

Por varias décadas el doctor Horacio Merchant Larios, investigador emérito del Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB) ha estudiado los cambios que ocurren a nivel molecular y celular en las primeras etapas del desarrollo de la gónada de los mamíferos y los reptiles. Estos cambios son parte de diferentes estrategias que dependen ya sea del contenido cromosómico o de condiciones ambientales como la temperatura, pero que tienen en común que en todas ellas interviene el gen Sox9.

En la primera sesión del nuevo ciclo de Seminarios Institucionales del IIB, el investigador mencionó que los primeros trabajos para tratar de entender cómo se establece el sexo en la etapa embrionaria se enfocaron en los mamíferos, debido al interés por conocer cómo se lleva a cabo la diferenciación sexual en la especie humana.

Las primeras investigaciones mostraron que en los mamíferos el sexo se determina en el momento de la fertilización, cuando la célula reproductora masculina aporta al nuevo individuo un cromosoma sexual X o Y y la célula femenina un cromosoma X (etapa que se conoce como sexo cromosómico), y posteriormente se establece el sexo a nivel de la gónada, que es el primordio embrionario responsable de la diferenciación fenotípica de todo el embrión.

Comentó que a mediados del siglo pasado el científico francés Alfred Jost realizó experimentos de castración *in utero* en fetos de conejo y encontró que, la presencia de testículos fetales es necesaria para la diferenciación fenotípica del macho; en su ausencia se desarrolla el fenotipo de hembra. Los fetos castrados con ovarios fetales desarrollan un fenotipo hembra normal. En otros experimentos Jost demostró que el testículo fetal produce testosterona y otro factor que ahora conocemos como hormona antimülleriana, responsables de la diferenciación sexual de los machos. Propuso también la expresión de un factor determinante del testículo (FDT) en la gónada indiferenciada. Es importante recordar que los experimentos de Jost fueron realizados seis años antes del descubrimiento de los cromosomas sexuales X y Y.

En 1990, Peter Koopman y colaboradores trabajando con el ratón como modelo, encontraron que el FDT es el gen Sry. Está ubicado en el brazo corto del cromosoma Y, y

es el encargado de iniciar el establecimiento de la red de expresión genética en las células de Sertoli.

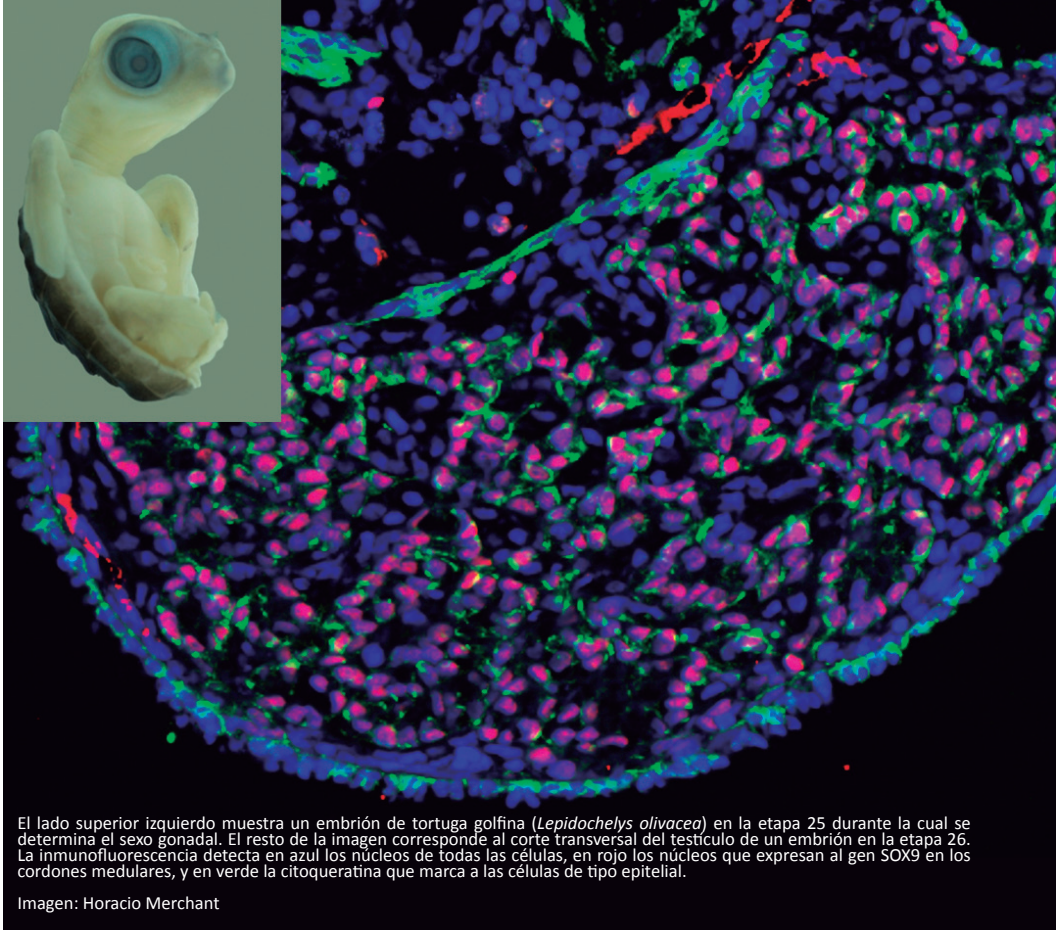
El doctor Merchant explicó que cuando las células expresan a *Sry*, se activa el gen autosómico *Sox9*, y a su vez una cascada de genes que permiten que la gónada se transforme en un testículo, con la diferenciación de las células de Leydig, que producen testosterona, y las células de Sertoli, que secretan a la hormona antimülleriana; en cambio, al inhibir la expresión del gen *Sry*, la gónada se transforma en ovario y el feto se desarrolla como hembra.

El investigador emérito puntualizó que el gen *Sry* se encuentra solamente en los mamíferos placentados. Otros vertebrados, como las aves, poseen un sistema WW/WZ cuyos cromosomas evolucionaron de manera muy diversa, al igual que las diferentes estrategias de reproducción sexual de los vertebrados en general.

Pero hay otro grupo de animales en los que, a pesar de que intervienen los mismos genes descritos en los mamíferos, la determinación del sexo depende de factores ambientales, como la temperatura a la que se desarrollan los embriones. A este grupo pertenecen varias especies de reptiles, entre ellos las tortugas marinas que han sido estudiadas por el grupo del investigador.

De acuerdo con el ponente, el hecho de que los mismos genes participen en las diferentes estrategias que tienen los mamíferos y los reptiles para llevar a cabo la diferenciación sexual, se debe a que el gen *Sox9* es un gen que está conservado en todas las especies de vertebrados que tienen reproducción sexual, al igual que el patrón de diferenciación de la gónada en testículo o en ovario.

Detalló que la forma como es regulada la expresión del gen *Sox9* es diferente en mamíferos y reptiles; por ejemplo, en los machos mamíferos el gen Sry regula la expresión de *Sox9* para que se desarrollen los testículos y en las tortugas macho su expresión es regulada por el gen *Dmrt1* que se expresa a temperaturas bajas, mientras que las temperaturas altas son feminizantes al inhibir la expresión de *Dmrt1* y *Sox9,* y la gónada forma el ovario.



El lado superior izquierdo muestra un embrión de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en la etapa 25 durante la cual se determina el sexo gonadal. El resto de la imagen corresponde al corte transversal del testículo de un embrión en la etapa 26. La inmunofluorescencia detecta en azul los núcleos de todas las células, en rojo los núcleos que expresan al gen SOX9 en los cordones medulares, y en verde la citoqueratina que marca a las células de tipo epitelial.

Imagen: Horacio Merchant

La temperatura y el sexo de las tortugas marinas

El grupo del doctor Merchant ha realizado estudios con la especie de tortuga *Lepidochelys olivacea*, conocida como tortuga golfina, que anida en las playas del Pacífico mexicano, para identificar los cambios morfológicos que corresponden a cada una de las etapas del desarrollo de la gónada.

En uno de estos estudios, pudieron establecer la duración de cada uno de los tres periodos del desarrollo embrionario, incubando huevos de tortuga golfina en el laboratorio a temperatura masculinizante (27°C) o feminizante (33°C); el primero es un periodo indeterminado que abarca los primeros 20 días de incubación en el que el sexo de los embriones no se ve afectado por la temperatura de incubación porque la gónada aún no se ha desarrollado. El segundo es un periodo de 7 días que se conoce como periodo termosensible porque es cuando la temperatura a la que se incuban los huevos determina el sexo en las gónadas de las crías, y el tiempo restante corresponde a la etapa final en la que ya se ha establecido si los individuos serán machos o hembras.

Posteriormente, corroboraron la duración del periodo termosensible en las variables condiciones de nidos de la playa en Morro Ayuta, Oaxaca y encontraron que la determinación sexual de la gónada ocurre en un periodo de cinco días. Se inicia alrededor de la etapa 25 de incubación y se consolida en la etapa 26, las cuales corresponden el periodo termosensible.

También observaron que, sin importar la temperatura a la que son incubados los huevos, el gen *Sox9* se expresa en los cordones medulares cuando la gónada de las tortugas no se ha diferenciado; pero después del periodo sensible a la temperatura sólo se mantiene en la zona de los cordones seminíferos de los testículos en aquellos huevos que son incubados a temperaturas masculinizantes, y desaparece en los huevos incubados a temperaturas feminizantes para que puedan desarrollase los ovarios.

Finalmente el ponente mencionó que como parte del trabajo de campo que su grupo de investigación ha realizado en la playa de Morro Ayuta también se hizo un análisis estadístico que les permitió pronosticar el porcentaje de hembras y machos que habría en los nidos naturales de acuerdo al promedio de temperaturas de incubación durante la etapa 25.

Con estos datos, afirmó el investigador, se podrían adecuar las condiciones de manejo de los nidos de tortuga golfina que son reubicados en corrales para protegerlos de los depredadores, a fin de alcanzar un balance cercano a 50 por ciento de machos y 50 por ciento de hembras; ya que se ha visto que debido al incremento de la temperatura en el planeta, la cantidad de hembras que nacen en las playas es cercana a 90 por ciento, frente a sólo 10 por ciento de machos, lo cual pone a las tortugas marinas en peligro de extinguirse.

La salud en México

Sonia Olguin

Los doctores Juan Ramón de la Fuente, del Instituto Aspen, y el doctor Samuel Ponce de León, coordinador del Programa Universitario de Investigación en Salud de la UNAM, convocaron a los principales actores del sistema de investigación clínica en México (instituciones educativas y de salud, de autoridad regulatoria, fundaciones privadas y la industria farmacéutica) a una jornada de reflexión de la cual resultó una visión crítica de sus actividades de investigación que fue plasmada en el libro "Avances y perspectivas de la Investigación Clínica en México", del cual son coordinadores.

Durante la presentación del libro, el doctor Ponce de León mencionó que los temas centrales de las discusiones fueron la insuficiente inversión en investigación clínica y la relación entre la investigación y la generación de políticas de salud, para lo cual debería mantenerse una intensa comunicación que desafortunadamente es precaria en México, porque existen diferencias de lenguaje, de tiempos, de oportunidades y de recursos que prevalecen entre investigadores y los tomadores de decisiones que impiden armonizar las visiones y lograr políticas relevantes, pero dijo, se espera que mejore con el posicionamiento de científicos connotados en los más altos cargos políticos y que los temas desarrollados en este libro sean asuntos prioritarios en la nueva administración.

Resaltó que en su participación, el actual secretario de Salud el doctor Jorge Alcocer Varela, apuntó las aproximaciones que serán centrales para que México pueda participar con mayor influencia en la construcción del conocimiento en su más alto nivel, lo que denominó como "ciencia grande" entre las que destacó la evaluación de los investigadores y sus resultados, la atención a problemas locales y riesgos globales, la articulación de condiciones que culminen en resultados de calidad incluyendo relevancia, originalidad, integridad y perspectiva de género como características para tener una mejor calidad en la investigación y una mayor relevancia en sus consecuencias.

La doctora María Elena Medina Mora Icaza, investigadora emérita del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y coordinadora del Centro Global de Investigación en Salud Mental, como autora y comentarista del libro, se refirió a cuáles son las prioridades y desafíos en la salud mental y sobre todo a cuál es el costo de que no se atienda esta área en el país. Explicó que los enfermos mentales graves mueren entre 20 y 25 años antes de la esperanza de vida por factores relacionados con sus estilos de vida y porque hay una resistencia a que los trastornos se traten de una manera conjunta, por lo que si una persona tiene un trastorno debe de ir a un lugar y tratar su comorbilidad en otro; eso ha hecho que cerca de 80 por ciento de la población no tenga un tratamiento formal y el costo de no atender la salud mental, estima la OCDE, es de alrededor de 4 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB). El Foro Económico Mundial ha estimado que si para el 2030 no se atiende la salud mental, el costo va a ser mayor que el producto interno de toda América Latina y todo Asia, por lo que se tiene que hacer una reforma, en el libro se

De izquierda a derecha Patricio Santillán, Alejandro Mohar, Samuel Ponce, María Elena Medina Mora y Cristóbal Thompson

Fotografía: Sonia Olguin

expone qué investigación clínica se necesita pero sobre todo, dijo, el reto es cambiar la manera en cómo se evalúa la investigación y "cómo hacemos para que esos modelos que ya se tienen y funcionan, lleguen a la comunidad, evaluar procesos que lleguen a las políticas públicas pero sobre todo hacer que éstas se implementen; y esto significa una manera diferente de entender y evaluar la investigación, no por el producto mismo sino por la capacidad de llevarlo a la comunidad como bienes y servicios".

Pensamos, dijo, "que debe haber salud mental en todas las políticas de salud para que esto pueda integrarse y aumentar el presupuesto, porque sólo se le destina a esta área 2 por ciento del gasto en salud, siendo que 16 por ciento de la carga de enfermedad se debe a salud mental" concluyó.

El segundo comentarista, el doctor Patricio Santillán Doherty, director médico del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, hizo mención de los obstáculos identificados por el doctor Alcocer entre los que destacó la evaluación por pares que dijo, no ayuda a promover la labor de investigación, además consideró necesario un fortalecimiento de la ciencia en México que implica el saber trasladar y transmitir a la sociedad la importancia de la ciencia.

Sobre lo escrito por Ricardo Pérez Cuevas, acerca de la interrelación del conocimiento científico como base y sustento del desarrollo de políticas públicas en nuestro país, coincidió en que hay una desvinculación grave entre la gente que está produciendo los conocimientos científicos y los tomadores de decisiones, sobre todo, dijo, pensando en el ámbito legislativo, "esa desvinculación es peligrosa porque muchas decisiones de política pública se toman con base en esos otros tipos de conocimiento".

Secundó al doctor Roberto Tapia Conyer sobre la importancia de las tecnologías de la información y la utilidad que pueden tener en el desarrollo del conocimiento científico y para trasmitirlo, como ejemplo mencionó el desarrollo del índice de calidad de la atención de la diabetes y una serie de instrumentos que ha elaborado.

También se refirió a que la investigación clínica en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) debe ser impulsada debido a que es la institución que más pacientes atiende en nuestro país. En este mismo sentido resaltó lo escrito por el doctor Juan José Hicks sobre la relevancia que tiene el sector salud dentro de la producción de conocimiento científico en nuestro país, ya que los miembros de la Comisión Coordinadora de los Institutos Nacionales de Salud ocupan el tercer lugar como grupo del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) cuando se les compara con los de la UNAM, con los de los centros CONACyT y su producción es de 90 por ciento o más de todas las publicaciones que se producen en salud en nuestro país. Se refirió también a la importancia ética de la medicina, y para cumplir con los objetivos establecidos "tenemos que atender pacientes y educarlos, pero en primer lugar educarnos a nosotros mismos desde el pregrado, el posgrado, la educación médica continua; educar a la sociedad en el proceso que implica la medicina moderna, hacerle saber a la sociedad que la medicina actual es una medicina científica, no hay otras medicinas", además dijo, hace falta una política de Estado para que la investigación alcance el potencial que tiene atrayendo una mayor inversión privada que pueda mejorar la infraestructura y el capital humano y traer beneficios a la salud.

El maestro Cristóbal Thompson, director ejecutivo de la Asociación Mexicana de Industrias de Investigación Farmacéutica (AMIIF) en su participación, externó que México debería estar en la investigación clínica como lo está en la economía, en el lugar 12 a 15. Agregó que la industria de salud, en inversión clínica y en inversión y desarrollo a nivel global, es la número 2, es la más grande del mundo y crece a tasas de 7 a 8 por ciento anual, es una industria dinámica que puede traer grandes aportaciones al país, inclusive superiores a lo que ha traído la industria automotriz.

Comentó que la AMIIF empezó en el 2013 a convocar a los actores (COFEPRIS, Institutos, Conbioética, academia e inclusive al SAT) para generar una agenda como país que realmente pudiera atraer esa inversión, y "hoy esa inversión que atraemos es de más de 300 millones de dólares, lo que se invierte como industria son 140 mil millones de dólares anuales y 80 por ciento es para investigación y desarrollo", por lo que consideró que hay una gran oportunidad de que México sea una potencia en investigación, porque tiene grandes investigadores, grandes centros de investigación y los pacientes.

En la primera etapa, dijo, no se requiere que el gobierno realmente invierta, "sino mejorar o simplificar procesos de aprobación para empezar a traer investigación de fases tardías, y evitar que un tercio de los investigadores cuando termine su capacitación emigren por falta de oportunidades".

Por su parte, el doctor Alejandro Mohar Betancourt, quien es investigador del Instituto de Investigaciones Biomédicas y actualmente titular de la Comisión Coordinadora de Institutos Nacionales de Salud y Hospitales de Alta Especialidad (CCINSHAE), hizo un análisis de los ocho capítulos y resaltó propuestas concretas. Explicó que una de las grandes limitaciones que tiene el quehacer en investigación clínica en el país son los tiempos de aprobación, los tiempos de revisión y las pérdidas de oportunidades; por ello, dijo "hice una propuesta hace varios años a la COFEPRIS, para que el Comité de Ética en Investigación del Instituto Nacional de Cancerología tuviera un representante de esa comisión y con ello acortar los tiempos del proceso, así se crearon unidades de pre dictamen de terceros autorizados y del reglamento que ya se había autorizado, se llegó a tener un límite de 90 días, a partir de que sale la idea hasta el protocolo ya terminado con la aprobación de COFEPRIS"; sin embargo dijo, en este cambio de administración se ha detenido todo el proceso y eso ha retrasado lamentablemente estos esfuerzos.

Sobre la CCINSHAE, informó que produce más de 3,900 protocolos, 60 por ciento son protocolos de investigación clínica, por ello en la última fase de la administración anterior se inició un consorcio entre el grupo de grandes empresas nacionales y trasnacionales dedicadas al desarrollo de medicamentos y al grupo empresarial COPARMEX para identificar proyectos de investigación básicos, clínicos, biomédicos en la UNAM y en otros centros para llevar la investigación traslacional; con los recortes en la inversión en diferentes rubros por parte de la Secretaría de Hacienda, "se vuelve vital retomar este diálogo con el ámbito empresarial y recuperar proyectos de enorme valía que se realizan aquí en la UNAM, en el CINVESTAV y otros centros de investigación para hacer el esfuerzo traslacional que puede ser una pieza fundamental para el desarrollo de la investigación clínica", apuntó.

Resaltó la visión política del doctor Pérez quien propone mejorar la comunicación entre los que hacen investigación clínica básica y los que hacen las políticas públicas; trabajar con los alumnos de pregrado lo que incluye la necesidad de hacer redes de colaboración en todos los sentidos.

Finalmente se refirió a las recomendaciones realizadas por el doctor Alcocer para hacer buena ciencia ciudadana: el trabajo en el pregrado para cambiar la cultura del ultra especialista y fortalecer el humanismo médico; la prevención, como nuestra mejor alternativa para el control de las enfermedades, y finalmente que la tecnología y la calidad deben de complementarse para ofrecer un buen desarrollo de la investigación.

Autonomía para la ciencia y la investigación

De izquierda a derecha William Lee, Alberto Vital, José Sarukán, Patricia Ávila, Antonio Lazcano y Humberto Muñoz

Fotografía: Sonia Olguin

Sonia Olguin

En el marco de los festejos del 90 Aniversario de la Autonomía Universitaria, se realizó la mesa titulada “Autonomía Universitaria para la Ciencia y la Investigación" con la participación de distinguidos investigadores de las coordinaciones de Ciencia y de las Humanidades de la UNAM, quienes coincidieron en que la autonomía es indispensable en una universidad pública, y conlleva una responsabilidad social con la que nuestra universidad ha cumplido cabalmente.

La mesa estuvo moderada por la doctora Patricia Dávila de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, quien mencionó que el trabajo de investigación se refleja en la docencia y en la formación de investigadores, en las publicaciones, en el gran prestigio que tienen los investigadores y en el apoyo que ellos brindan a la sociedad en situaciones de emergencia y crisis, lo que se ha podido consolidar en el marco de la autonomía universitaria, a la cual definió retomando algunas palabras del rector, doctor Enrique Graue, como “un activo de la educación superior pública que evita la injerencia e intervención de externos que podrían limitar nuestras decisiones, la capacidad de creación y la libertad de pensamiento". Agregó que defender la autonomía, la educación, el desarrollo científico y la pluralidad, también es defender la tolerancia y el respeto en el debate de ideas, por tanto, dijo, "es defender el libre ejercicio de la docencia, la difusión de la cultura y la investigación".

Por su parte, el doctor William Lee Alardín coordinador de la Investigación Científica de la UNAM, habló sobre la relación de la autonomía con la ciencia en el contexto de la universidad. Para ello definió a la ciencia como la generación de conocimiento sin distinción de área y la autonomía como libertad con respecto a la autoridad y los dogmas (expresiones que no están sustentadas en hechos y deben ser objeto de sospecha) y sobre todo, dijo "si vienen de la autoridad, porque la autoridad es un pésimo indicador para saber qué cosas están bien o mal en términos de conocimiento", indicó.

Coincidió también con una definición de la autonomía del ex rector doctor Guillermo Soberón, en la que ésta no es una abstracción sino que se define en su propio ejercicio, y esto dijo, se relaciona con la definición de investigación en tanto que se contemplan objetivos a diferentes escalas y diferentes pasos.

Definió a la ciencia como un mecanismo para conocer el mundo que tiene atributos, como ser autocorrectivo, reproducible, experimental, en el sentido que se tiene que confrontar con la realidad en un momento dado, y por tanto con los datos, los cuales consideró vitales porque la ciencia es una empresa de las personas y está sujeta no solo a tentaciones sino a errores burdos, señaló.

Aseguró que hay bastantes similitudes entre ciencia-investigación y autonomía, ambas requieren de un ambiente de libertad de expresión, de discusión, libertad de cátedra, libertad de asociación, libertad en la elección de metodologías pero sobre todo, en la libertad de elección en el tema de estudio en el caso de la ciencia; “ Yo equipararía esta libertad en el caso de la autonomía con la libertad de gobernarnos, me parece que es así de importante y así de fundacional". Las limitaciones impuestas para los temas a discutir en investigación o como los debemos de gobernar ya sea en la universidad o en las naciones nunca ha llevado a nada bueno.

Agregó que la ciencia como la autonomía, no son ni buenas ni malas, lo que hacemos con ellas es lo que le da un sentido positivo o negativo para la sociedad. “Si nos escudamos en la autonomía para tomar acciones arbitrarias e irracionales o hacer uso indebido de recursos en lugar de para educar a las nuevas generaciones y atender problemas pertinentes, estamos faltando a nuestras obligaciones y a nuestras responsabilidades más elementales y tampoco sería válido” señaló.

Lo que permitirá esta autonomía, dijo, es que la UNAM siempre esté en condiciones, durante muchos años, de contribuir a una sociedad y a un país más justo, más equitativo, más preparado, más adaptable y resiliente en lo que viene, que se conoce mejor a sí misma y por lo tanto está en condiciones de aportar siempre mucho más.

El doctor Antonio Lazcano Araujo, miembro de El Colegio Nacional y profesor emérito de la Facultad de Ciencias, coincidió con Alexander von Humboldt, quien al fundar la Universidad de Berlín en 1810 lo hizo convencido de que “la vida académica debería estar libre de las ataduras de la religión y del poder público”.

La universidad pública, dijo, sólo es concebible sin las presiones y las ataduras de los poderes políticos y religiosos, a pesar de sus elementos utópicos la autonomía no es negociable. Consideró insólito tener que insistir a estas alturas en la importancia que tiene una vida pública secular para mantener las libertades académicas; pero "basta asomarse a Latinoamérica para ver cómo la derechización de la vida política y el crecimiento del populismo han provocado el acercamiento de partidos y líderes a distintas iglesias; los dos frentes en donde colisionan las concepciones religiosas con la laicidad son la salud y la educación, y es en las ciencias de la vida en donde se están gestando los conflictos más importantes", aseguró.

Lo que se le ha dado a la ciencia en México es poco, dijo, pero reducirlo puede lastimarla mucho, por ello, argumentó que no se debe dar "la imposición de una austeridad caprichosa y mal definida sino de un gasto racional y transparente que se refleje en la convicción de que los principales beneficiarios de la inversión en ciencia cultura y educación superior serán en un futuro no muy lejano, los niños y los jóvenes de hoy”. Agregó que el desmantelamiento de las estructuras viciadas es indispensable, pero la centralización del poder que se quiere imponer como parte de

los reajustes al aparato estatal científico es inaceptable para una comunidad intelectual y políticamente madura que no está dispuesta a ceder su derecho legítimo a participar en la definición de políticas académicas.

A pesar de los vientos adversos que enfrentan las ciencias y las humanidades en nuestro país, dijo, aún estamos a tiempo para corregir el rumbo, como lo intuyó Humboldt: “el desarrollo de la cultura requiere no sólo de una política económica que trascienda los vaivenes políticos sino también de universidades autónomas con libertad intelectual y científica”. El futuro, no es lo que va a pasar sino lo que vamos a hacer, dijo parafraseando a Jorge Luis Borges, “construyámoslo juntos, a sabiendas de que la Universidad Nacional, abierta laica, pública y autónoma es indispensable".

Posteriormente, el doctor Alberto Vital Díaz, coordinador de Humanidades de la UNAM, se refirió a dos pilares para el progreso económico de un país que son la ciencia, a través de la cual podemos aprender el mundo que nos rodea, y la organización social, que nos permite ser mucho más productivos trabajando juntos que separados. Curiosamente, dijo, estos tres factores: la institución de la sociedad civil, la ciencia y la organización social son tres de los grandes pilares de una universidad como la nuestra.

Recordó el libro *La sociedad de Iguales*, del investigador francés Pierre Rosanvallon, experto en las sociedades contemporáneas, en el que se considera que la autonomía está inscrita en el sujeto, en la persona a quien podemos describir como la unidad mínima de la sociedad. Así, la autonomía entonces se pluraliza como autonomías, las personas vivimos nuestra autonomía de distinta manera, pues las relaciones entre autonomía y democracia se viven de diferentes modos según sea el cuerpo social o el cuerpo institucional donde nos movamos y según sea nuestro pacto o contrato al ubicarnos en uno u otro cuerpo o ámbito, "por lo tanto tenemos varios círculos concéntricos de autonomía con matices de diferencia".

La modernidad, dijo, era para Habermas un proyecto inconcluso sí, pero digno de continuarse sobre la base de tres valores indeclinables: la justicia universal, la ciencia objetiva y el arte autónomo.

Resaltó que la autonomía tiene sus propios métodos de regulación, tiene que tener ética crítica, "es un derecho, un deber y un valor; hay cosas que se pueden regular pero hay otras como la investigación y la creación que deben tener un hábito y margen de libertad, siempre con compromiso y con crítica".

En su participación, el doctor José Sarukhán Kermez, ex coordinador de la Investigación Científica y ex rector de la UNAM, mencionó que la misión de la universidad radica en preparar hombres y mujeres como gente libre y universal, capaces de pensar, decidir y actuar por sí mismos, de ser críticos y autocríticos con objetividad, con dominio propio y con actitudes para ejercer el liderazgo; hombres y mujeres creativos, con determinación, comprometidos en la solución de problemas y en el establecimiento de nuevas relaciones que los mejoren individual y colectivamente.

Enfatizó que estas actividades están matizadas por dos elementos: la autonomía y el carácter público de esta universidad; agregó que “la autonomía nos permite y de buena forma nos obliga (a la universidad) a una total libertad de investigación y de enseñanza, y sin restricciones ideológicas, políticas, religiosas o de cualquier otra índole", pero advirtió que esa libertad conlleva también responsabilidades, para definir su misión y cumplirla.

Definió a la autonomía como la total libertad que los miembros de una universidad tienen para explorar todos los rincones del pensamiento humano y transmitirlos a sus estudiantes, pero dijo, siempre dentro de los criterios de calidad académica y de responsabilidad educativa; la demagogia se puede prestar a vestirla de libertad de cátedra pero ciertamente no es lo que queremos en una buena universidad.

Mencionó que el ejercicio responsable de la autonomía, reglada por las propias normas dadas por y para la comunidad universitaria, “es en mi opinión el mejor ejemplo de responsabilidad social que un sector de la sociedad puede asumir para servir a la sociedad"; consideró que al tener la autonomía, la universidad está asumiendo una responsabilidad hacia la sociedad en muchos sentidos desde la calidad de lo que hacemos, la calidad con la que formamos a los estudiantes, la calidad con la que generamos nuevo conocimiento y la forma cómo la debemos expresar a la sociedad”.

Señaló que es importante que la sociedad (incluyendo a los gobernantes) comprendan cabalmente la trascendencia y el papel de las universidades públicas, y esto requiere de establecer una relación para la cual las universidades no han sabido preparar a sus estudiantes ni a su planta académica, por lo que “si no estamos implicados de manera sensata e inteligente en la transmisión de ese conocimiento, no vamos a poder cambiar las cosas porque ninguno o muy pocos de los que llegan al gobierno, tienen la capacidad y cuando la tienen el medio simplemente no les permite efectuar el cambio".

Posteriormente, el doctor Humberto Muñoz García, coordinador del Programa Universitario de Estudios Sobre la Educación Superior, mencionó que la autonomía es muy importante porque al mismo tiempo que es un lazo de unión entre los universitarios, es un elemento de diferenciación. Los universitarios, dijo, "sirven a varios públicos y en esa medida requieren de una autonomía".

Señaló que la sociedad necesita estar enterada de lo que producen los académicos para su desarrollo, la comunicación de la ciencia es tan importante que de no hacerse bien le es más difícil a la universidad cumplir su tarea y sus propósitos. “La Universidad autónoma, tiene las condiciones para decidir qué comunica y que instrumentos usar para comunicar sus hallazgos”, aseguró.

Agregó que la universidad en uso de su autonomía puede elaborar estrategias de investigación y convocar a distintos actores para realizar proyectos de investigación cuyos resultados sean usados por actores interesados en modificar el entorno social. Mencionó también que la autonomía otorga a la universidad la capacidad de convocar y aliarse con actores decididos a jugar uno o varios papeles para gestionar cambios y por otro lado, la universidad puede recibir demandas de procesos de investigación y en su autonomía puede decidir qué demandas acepta y qué proyecto realizar y con quién hacerlos".

La autonomía, dijo, "le dota de poder a la institución para decidir qué y cómo se investiga y cuáles son los resultados por presentar". En un medio de problemas tan complejos como la reducción de recursos, crisis de confianza y de incertidumbre política, aseguró que la universidad haría bien en aumentar el número de públicos con los que interactúa, lo cual puede servir para defender su carácter público, su autonomía y sus finanzas, ganar bases sociales que pueden dar una buena defensa a la universidad; la autonomía, dijo, hay que usarla también desde una perspectiva política.

Modos de uso de Linux en biomedicina

David Rico
Sección de Cómputo, IIB UNAM

Una computadora está constituida por dos elementos: el *hardware* y el *software*. Ambos son necesarios para que un equipo de cómputo funcione adecuadamente; en cuanto al software se habla hoy en día de Android y iOS en el caso de los teléfonos, Windows, macOS y Linux para las computadoras. A pesar de que Linux no figura como sistema operativo usado para la productividad de las empresas, en la ciencia es uno de los principales referentes.

Linux o GNU/Linux es un sistema operativo que nació en 1991 como un proyecto colaborativo a nivel mundial, inicialmente concebido en el ámbito académico y enfocado a una variedad de equipos de cómputo muy limitada. Al paso de los años la comunidad de programadores han hecho de Linux un sistema operativo robusto, a tal grado que han aparecido diferentes "sabores" o distribuciones que es como comúnmente se les conoce, cada una de éstas personalizada de acuerdo al objetivo que persiguen sus desarrolladores.

Para satisfacer a los usuarios que hacían bioinformática en 2012 surgió una distribución llamada BioLinux, la cual incorporaba cerca de 500 aplicaciones enfocadas a resolver problemas de biomedicina; a su vez ofrecía buen soporte a los equipos de cómputo vigentes dado que se basaba en la distribución Ubuntu, aunque penosamente, parece ser que en la actualidad no tiene mucho desarrollo ya que la fecha de su última actualización es de 2015.

Lo anterior no significa que la falta de soporte de BioLinux represente un problema para todos aquellos que nos involucramos en el uso de herramientas de bioinformática, al contrario, representa una oportunidad de que aprendamos los esquemas de uso de este gran sistema operativo en el campo de la ciencia, así como la posibilidad de favorecer la colaboración con personal académico del área de cómputo.

En la actualidad podemos usar cualquier distribución de Linux para ejecutar aplicaciones de bioinformática, pero dada la gran compatibilidad que ofrece la distribución Ubuntu aunado a que la curva de aprendizaje es "menor" respecto a otras, hacen de ésta un buen punto de inicio.

Una vez que ya tenemos definido nuestro punto de partida, es hora de mencionar las formas disponibles para iniciar nuestra aventura en el aprendizaje del sistema operativo Linux.

Modo dual boot. Esta opción es la más recomendable para cuidar el rendimiento de nuestro equipo de cómputo; implica la división de nuestro disco duro, un espacio será para Windows y la otra parte para Linux. Al iniciar, la máquina nos preguntará qué sistema operativo queremos ejecutar y en caso de que sea necesario cambiará de sistema operativo, deberemos reiniciar la máquina y seleccionar el otro sistema operativo.

Modo máquina virtual. Con el uso cada vez más diversificado de la tecnología de virtualización podemos ejecutar Linux como si fuera una aplicación dentro de Windows, esta opción es la más práctica para usar ambos sistemas operativos simultáneamente, pero su desventaja es que ocupa más recursos.

Una vez concluido el proceso de instalación, es necesario personalizar la instalación con las herramientas de bioinformática, algunas de ellas tienen un esquema de instalación trivial y otras no; para estos casos la Sección de Cómputo dispone del personal académico que puede apoyarlo en el uso y personalización del sistema operativo de acuerdo con las necesidades del usuario.

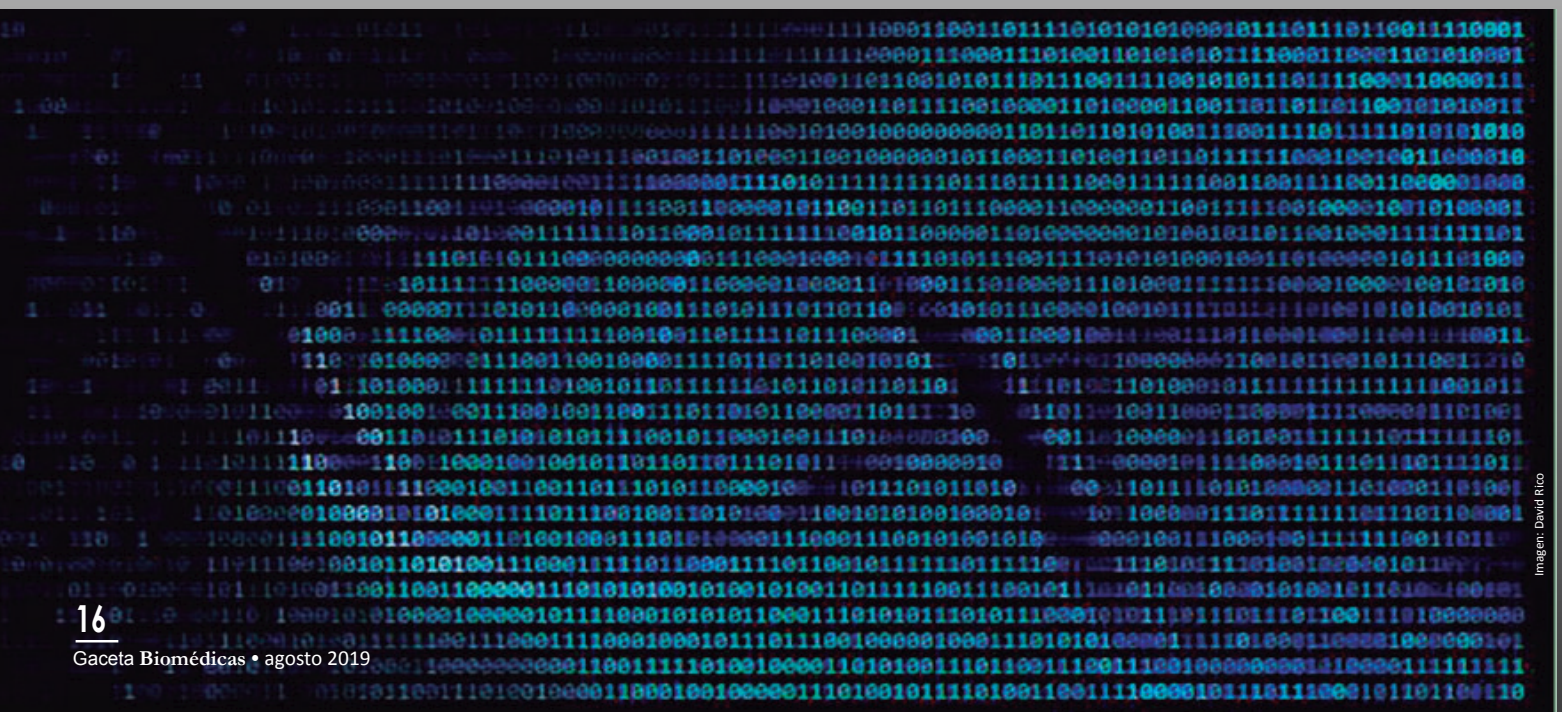


Imagen: David Rico