



Gaceta Biomédicas



Septiembre, 2021 Año 26 Número 9 ISSN 1607-6788



Inicia Biomédicas la celebración
de su 80 aniversario



CONTENIDO

SEPTIEMBRE, 2021 AÑO 26 NÚMERO 9

Rector
Dr. Enrique Luís 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 IIBO
Dra. Imelda López Villaseñor



Directora y Editora
Mtra. Sonia Olguín García

Editor Científico
Dr. Edmundo Lamoyi Velázquez

Reportera
Lic. 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 IIBO. Editores: Sonia Olguín y Edmundo Lamoyi. Oficinas: Segundo piso del Edificio de Servicios a la Investigación y la Docencia del IIBO, Tercer Circuito Exterior Universitario, C.U. Teléfono y fax: 5622-8901. Año 26, número 9. 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 el 30 de septiembre del 2021.

Información disponible en:
http://www.biomedicas.unam.mx/buscar_noticias/gaceta_biomedicas.html
Cualquier comentario o información, dirigirse a: Mtra. Sonia Olguín, jefa del Departamento de Prensa y Difusión, correo electrónico: gaceta@iibiomedicas.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.

SEMINARIO INSTITUCIONAL
La importancia de llamarse Biomédicas **3**

SEMINARIO INSTITUCIONAL
Un camino de investigación que inició en Biomédicas, sobre simbiosis de plantas e insectos **6**

SEMINARIO INSTITUCIONAL
Una vida dedicada a la LIBB **8**

SEMINARIO INSTITUCIONAL
El corazón de Biomédicas en las Unidades Periféricas: Siguiendo el rastro de un virus oncogénico **10**

El ácido lisofosfatídico induce la vía de señalización implicada en el desarrollo de glioblastomas **12**

No sólo es el sodio, también es el potasio **14**

La privacidad en tiempos de data brokers **16**



En portada

Los doctores Juan Pedro Laclette, Esperanza Martínez, Luis Mendoza y Marcela Lizano quienes dictaron los primeros seminarios en el marco de la celebración del 80 aniversario de Biomédicas.

Consulta ediciones anteriores usando nuestro código QR



La importancia de llamarse Biomédicas

Juan Pedro Laclette
Departamento de Inmunología, IIBO

Con motivo de los seminarios conmemorativos del 80 aniversario del Instituto de Investigaciones Biomédicas, para mi presentación utilicé una paráfrasis del título de la famosa comedia de Oscar Wilde, con el objeto de enfatizar la importancia de una historia institucional apegada a los mejores valores académicos, además del orgullo personal de pertenecer a esa tradición.

de la UNAM, el que describió el genoma de la *Taenia solium*, a través de la creación de un consorcio universitario. Además, en colaboración con investigadores de varios países describimos los primeros cuatro genomas de céstodos, que iniciaron la era post-genómica en el estudio de este grupo de organismos parásitos. También mencioné que el grupo mexicano impactó profundamente a la sociedad, a través de la publicación en 1994 de la Norma Técnica Nacional que volvió obligatorio el reporte de casos de esta parasitosis en México en el Sector Salud, así como por su participación en la elaboración de los "Lineamientos para la Vigilancia Prevención y Control de la Taeniasis/Cisticercosis" publicados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). He procurado transmitir esa filosofía de trabajo multidisciplinario a todos los alumnos y colaboradores que se han incorporado a mi grupo de trabajo para continuar esta tradición Biomédica.

Dividí la presentación en cuatro partes que describen momentos representativos de mi experiencia personal en Biomédicas. Inicialmente narré mi llegada al grupo de la doctora Kaethe Willms y la gran oportunidad que se me presentó de recibir la mejor formación académica durante mi doctorado. Hice mención no sólo de la generosidad y rigor científico de esta gran investigadora de nuestro Instituto, sino también de cómo mi incorporación a su grupo me introdujo a un ambiente de trabajo colaborativo y multidisciplinario en el estudio de la teniasis-cisticercosis, que permitió que el grupo de Biomédicas se posicionara a nivel mundial por su liderazgo científico en el tema. Mencioné el profundo impacto que el grupo de Biomédicas, junto con sus aliados en otras instituciones de investigación y de salud, ha logrado para que esta enfermedad parasitaria ya no sea un problema de salud pública en México, a través del desarrollo de métodos diagnósticos, tratamientos y estudios epidemiológicos sobre la transmisión de la enfermedad; a través de la formación de más de 60 investigadores y más de mil 500 publicaciones indexadas internacionales. Asimismo, fue también el grupo de Biomédicas, junto con otros grupos

En una segunda parte describí mi participación en la celebración del Jubileo por los 50 años de Biomédicas. Mencioné el contexto en el que se encontraba nuestro Instituto. En palabras de Carlos Larralde plasmadas en el libro del Jubileo: "en los años setentas se habían marchado a otras instituciones distinguidos investigadores incluyendo a Gustavo Viniestra, Mario Castañeda, Luis Cañedo y Ruy Pérez Tamayo; en los años 80 se habían marchado a Cuernavaca Jaime Mora y Rafael Palacios con sus biólogos moleculares, y luego Francisco Bolívar con sus biotecnólogos, a fundar el Centro de Fijación de Nitrógeno (actual Centro de Ciencias Genómicas) y el Instituto de Biotecnología, respectivamente; ya se gestaba también la separación de Flavio Mena, Carlos Arámburo y los fisiólogos para establecerse en Juriquilla, en el actual Instituto de Neurobiología. Biomédicas se veía desprovisto de protagonistas muy notorios. En el segundo periodo de Librado Ortiz como director de Biomédicas quedaba un grupo fuerte de Inmunología: el propio Librado, Kaethe Willms, Carlos Larralde, Edmundo Lamoyi, Raúl Mancilla, Pascal Hèrion, Ana Flisser, Federico Goodsaid, Rafael Saavedra y Juan Pedro Laclette (Jefe del Departamento). Quedaba también un más reducido grupo de biotecnólogos liderados por Sergio Sánchez, Carlos Huitrón y Pablo Pérez Gavilán, junto a sus técnicos y estudiantes. También estaban protagonistas de gran porte como Antonio Velázquez, en trastornos del metabolismo; Carmen Gómez, en biología molecular; Horacio Merchant, en biología del desarrollo; Patricia Ostrosky, liderando un grupo creciente en genotoxicidad ambiental, y Alonso de Florida, en fisiopatología pulmonar; Alfonso Escobar, en neuropatología, y Romilio Espejo en virología. Un conjunto de científicos brillantes pero

Continúa en la página 4>

desarticulados entre sí. Desafortunadamente, en los noventa se fueron también a la Facultad de Medicina Kaethe Willms y Ana Flisser, dos brillantes parasitólogas, y Francisco Lara al Instituto de Química; José Negrete, Pablo Pacheco y Carlos Contreras habían salido de Biomédicas a la unidad periférica en Xalapa, Veracruz”.

Biomédicas se encontraba pues en una encrucijada. Sin embargo, su recuperación ya había comenzado durante la dirección de Librado Ortiz-Ortiz a través de varias y prometedoras nuevas contrataciones. La celebración del Congreso Institucional por el Jubileo había sido organizada por Carlos Larralde. Sin embargo, una situación familiar inesperada hizo que Carlos se ausentara del evento y que yo me hiciera cargo de coordinarlo y hacer las veces de presentador y moderador.

Vale la pena mencionar que el Jubileo incluyó pláticas de invitados especiales, como el entonces rector José Sarukhán, Guillermo Soberón, Jaime Mora, Rafael Palacios y Jaime Martuscelli. También incluyó sesiones acerca de los primeros 25 años y acerca de los segundos 25 años que presentaron protagonistas como José Negrete, Alonso de Florida, Alfonso Escobar, Horacio Merchant, etc. Hubo también nuestras famosas “Sesiones de Inmersión” acerca de la Licenciatura, Maestría y Doctorado en Investigación Biomédica Básica, acerca del funcionamiento del Consejo Interno, entre otros temas organizativos. En esas sesiones, como siempre, se argumentaba y discutía animadamente. Recuerdo al rector permaneciendo la tarde completa en nuestras sesiones, escuchando y tomando notas. Sin embargo, el cuerpo principal del Jubileo consistió en presentaciones de cada uno de los investigadores acerca de su trabajo científico. En este contexto, considero que la celebración del Jubileo en la forma de un Congreso Institucional jugó el papel de un evento refundacional de Biomédicas.

En una tercera parte de la presentación platiqué acerca de mi experiencia en la Dirección de Biomédicas, que también he relatado en el libro conmemorativo de los setenta años de su fundación. Aquí solamente mencionaré que tomando en cuenta el contexto anteriormente descrito, mi decisión de competir por la dirección de Biomédicas no fue una situación trivial ni sencilla. Por un lado, estaba muy involucrado en la Coordinación del Doctorado en Ciencias Biomédicas

que había sido, junto con el Posgrado en Ciencias Bioquímicas, los dos primeros programas de posgrado adaptados al entonces nuevo Reglamento General de Estudios de Posgrado (RGEP), aprobado por el Consejo Universitario en noviembre de 1995. El Doctorado en Ciencias Biomédicas en el que participaban siete entidades académicas marcaba en muchos aspectos el liderazgo del nuevo posgrado de la UNAM. Además, Biomédicas se encontraba en una situación delicada y compleja al término del periodo de Carlos Larralde, como consecuencia de la explosión y de la inundación de 40 por ciento del acervo de la biblioteca. El estado de las instalaciones era lamentable. Biomédicas presentaba una valla de madera en el jardín para impedir el acceso a lo que un miembro de la Junta de Gobierno llamó durante mi entrevista “el hoyo de Biomédicas”. Para colmo, era inminente el conflicto universitario en respuesta a la iniciativa del rector Francisco Barnés por establecer un sistema de cuotas voluntarias.

Decidí competir por la Dirección de Biomédicas presentando una propuesta que se tituló “La Restauración de Biomédicas”. Resulté electo por la Junta de Gobierno y a los tres días de tomar posesión se vino un paro estudiantil de un día; tres semanas después comenzó el conflicto más prolongado y dañino en la historia reciente de nuestra Universidad que puso en riesgo su propia continuidad. Haciendo una remembranza de los hechos, estoy convencido que las principales tareas que desarrollé durante los once meses que duró el conflicto, fueron el mantenimiento del tejido social de Biomédicas (de la mayor importancia) y llevar a cabo la planeación para la reorganización de nuestro Instituto cuando se reabriera la Universidad. Cualquier persona interesada en mis reflexiones como director durante el conflicto las puede consultar en el libro “Desde la Dirección; 96 columnas y una sola visión de futuro”. Este libro fue publicado gracias al apoyo de la entonces directora de Biomédicas, Gloria Soberón, y del entonces Coordinador de la Investigación Científica, doctor Carlos Arámburo.

Al término del conflicto y durante los restantes siete años en que tuve el honor de servir como director de Biomédicas, llevamos a cabo numerosas acciones institucionales que quisiera resumir aquí. Primero que nada, llevamos a cabo una Reforma en la Evaluación Académica;

que fue resultado de numerosos análisis y discusiones ocurridas durante el paro estudiantil. Esta reforma fue plasmada en forma de acuerdos consensados por la comunidad, que fueron dados a conocer a todos y cada uno de los miembros del personal académico, para dar certeza acerca de sus evaluaciones. Una segunda acción fundamental en el orden organizativo, fue la llamada Reforma Departamental. Pasamos de 7 departamentos y 3 Secciones Académicas (algunas con un solo investigador) a 4 departamentos con un número similar de investigadores y técnicos académicos. Asimismo, puse énfasis en el empoderamiento de las jefaturas, de modo que los (as) jefes (as) de departamento influyeran importantemente en la toma de decisiones. Un resultado de esta reforma, además de la delegación en la toma de decisiones, fue una más eficiente comunicación entre los jefes de departamento y los investigadores y técnicos académicos, resultando en una mejor operatividad. Estoy convencido de que ambas reformas fueron la base que permitió un incremento de 90 por ciento en la productividad científica institucional, así como una mejora superior a 60 por ciento en la formación de recursos humanos.

Un segundo tema prioritario fue el renovado impulso de las unidades periféricas de Biomédicas. Durante mi periodo en la Dirección se incrementó importantemente el número de investigadores en las unidades periféricas del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición con la incorporación de Tere Tusié, Norma Bobadilla y Alejandro Zentella; asimismo se reforzó la unidad periférica en el Instituto Nacional de Cancerología con la incorporación de Alfonso Dueñas y Luis A. Herrera. Se fortalecieron los apoyos a los investigadores de Biomédicas en la Universidad Veracruzana donde ya residían José Negrete, Pablo Pacheco y Carlos Contreras, y se estableció la unidad foránea en la Universidad Autónoma de Tlaxcala liderada por la incansable Margarita Martínez. Siempre he sostenido que la identidad y el impacto de Biomédicas en el Sector Salud y fuera de la UNAM solo pueden ser entendidos gracias a las aportaciones de nuestras unidades periféricas.

Un tercer tema prioritario fue el rescate de la Licenciatura en Investigación Biomédica Básica (LIBB). A partir de la adecuación de los posgrados al nuevo RGEP, nuestra licenciatura, que residía

en la Unidad Académica de los Ciclos Profesional y de Posgrado (UACEPyP) del C.C.H., había quedado a la deriva. Era necesario trasladar definitivamente la LIBB a la Facultad de Medicina. El asunto no era trivial puesto que la Facultad de Medicina mantenía una tradición sesquicentaria ofreciendo una sola carrera: la de Médico Cirujano. Llevamos a cabo una labor de cabildeo con la mayoría de los miembros del Consejo Técnico, hasta que logramos que la Facultad incorporara a la LIBB como su segunda licenciatura. El Consejo técnico de la Facultad aprobó por unanimidad el Plan de Estudios de la LIBB el 3 de julio de 2002.

Un cuarto tema de la mayor importancia fue la Reforma Bioética, que resultó en la aprobación e implantación del Código Ético del Instituto de Investigaciones Biomédicas para conducir nuestras investigaciones en pacientes humanos y en animales de laboratorio, así como para establecer una normativa en temas de integridad científica. Ya he mencionado anteriormente las enormes contribuciones de Patricia Ostrosky, Robyn Hudson, Raúl Mancilla, Emilio Rojas, Ciro Lomelí y Miguel Morales, entre otros que participaron en la elaboración del Código Ético. Tan sólo consignaré aquí que este esfuerzo requirió reuniones quincenales del grupo de trabajo durante más de tres años. Con la aprobación del Código Ético en el año 2003, Biomédicas asumió el liderazgo universitario en temas de bioética e integridad científica.

También llevamos a cabo la recuperación del acervo bibliográfico dañado (ver arriba) equivalente a un 30-40 por ciento de las colecciones totales de Biomédicas. Vale la pena enfatizar que el Instituto siempre se ha preciado de poseer la mejor biblioteca biomédica de nuestro país; por ende, la recuperación del acervo bibliográfico recibió una atención esmerada en la que se distinguió grandemente la dedicación y empeño de Miguel Morales.

También se llevó a cabo una Reforma Administrativa para facilitar el trabajo científico del personal académico de Biomédicas. En estas épocas en que los procesos administrativos y burocráticos consumen una porción considerable de nuestro tiempo, vale la pena reflexionar que en un instituto de investigación científica la administración debe de estar al servicio de la academia. En aquellos años logramos crear un nuevo almacén con la participación de seis proveedores cien-

tíficos, que nos permitía entregar a los grupos de investigación más de mil 500 productos, incluyendo reactivos, enzimas de restricción y anticuerpos, en un plazo de un día. Ese almacén funcionaba gracias al desarrollo de una plataforma administrativa propia que permitía saber si los grupos de investigación tenían saldos para hacer sus compras de manera inmediata.

Concluyo este recuento de mi trabajo como director de Biomédicas mencionando la construcción de nueva infraestructura para nuestro Instituto tanto en la sede del Circuito Interior como en la nueva sede del Tercer Circuito Exterior. El trabajo constructivo durante los dos periodos fue muy intenso gracias al gran apoyo que recibí del rector Juan Ramón de la Fuente. En la sede del Circuito Escolar se construyó el nuevo edificio para reemplazar el “hoyo de Biomédicas” que había mencionado anteriormente. Este edificio incluyó laboratorios, el bioterio de ratones con condiciones de barrera, así como el bioterio para especies mayores. También se construyeron dos laboratorios y un bioterio de alta seguridad biológica. La superficie total construida alcanzó casi 1600 m². Asimismo, llevamos a cabo la remodelación de la fachada en todos los edificios que posteriormente fueron cedidos a la Facultad de Química.

En la nueva sede se construyeron los edificios B y C de laboratorios con una superficie total de 8,600 m². También se construyó el edificio de gobierno y servicios de apoyo con una superficie de 3,200 m², la subestación eléctrica y la casa de máquinas con casi 400 m² así como más de 7,500 m² de estacionamientos.

A más de 14 años de haber concluido mi encomienda en la Dirección de Biomédicas, a pesar de que se construyó el auditorio y el nuevo bioterio, todavía no se concluye la construcción de la nueva sede, lo cual me lleva a reflexionar en la necesidad de establecer un plan institucional de obras en la UNAM. Desde mi modesto punto de vista, las obras que construye la UNAM deben de ser concluidas antes de iniciar nuevas.

En la última parte de mi presentación mencioné que a pesar de los grandes logros de Biomédicas a lo largo de 80 años de labores debemos mantener una visión de futuro y de los pendientes que tenemos frente a nosotros. La experiencia durante la actual pandemia por SARS-

CoV-2 demuestra la necesidad de nuevos desarrollos para nuestro Instituto. Comenzaré afirmando que la actual experiencia ha evidenciado nuestra carencia de la infraestructura necesaria para la producción de vacunas de uso humano. Se requieren laboratorios de alta seguridad biológica (BSL3) y laboratorios de escalamiento (plantas piloto) certificados ante la autoridad regulatoria. Puesto que Biomédicas ya cuenta con esta infraestructura física, es obligatorio llevar a cabo los procesos de certificación. Este es un gran pendiente a resolver para Biomédicas en los tiempos actuales.

Además, han quedado claras algunas deficiencias graves en materia de política científica y tecnológica, incluyendo el consabido tema del financiamiento. El desarrollo actual de las vacunas requiere recursos económicos considerables, muy superiores a los actualmente disponibles en el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Existe además una falta de articulación de los actores que forman la cadena de producción para el desarrollo de una vacuna contra COVID-19. La vinculación interinstitucional entre entidades académicas y del sector salud es un tema prioritario en el desarrollo de políticas de Estado en ciencia, tecnología e innovación. También se debe facilitar normativamente la vinculación entre las empresas, en este caso farmacéuticas y las instituciones de educación superior (universidades). Se debe facilitar la importación de insumos, equipos y otros materiales necesarios para el desarrollo de vacunas en México.

Los temas pendientes para el futuro inmediato y mediato de nuestro Instituto son claros. La celebración de estos 80 años de existencia nos obliga también a refrendar nuestro compromiso hacia el futuro. Nuestro compromiso es con la investigación de los fenómenos biológicos, pero manteniendo un especial énfasis en el estudio del fenómeno “enfermedad”, para aportar herramientas que contribuyan a la solución de los problemas de salud de nuestro país.

No quisiera terminar este resumen sin agradecer la amable introducción que hizo de mi persona la doctora Laura Vargas Parada quien realizó su doctorado en mi grupo de trabajo. Lo agradezco muy especialmente porque su presentación describió con toda claridad ese vínculo académico indisoluble que se establece entre el tutor y el alumno durante el doctorado. ■

Un camino de investigación que inició en Biomédicas, sobre simbiosis de plantas e insectos

María Esperanza Martínez Romero, Marco A. Rogel, Mónica Rosenblueth y Julio Martínez Romero
Centro de Ciencias Genómicas, UNAM

Con la Licenciatura en Investigación Biomédica Básica inicié mi carrera en investigación, por lo que dedico este seminario a mis profesores del Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIBO). El trabajo con las bacterias fijadoras de nitrógeno de los nódulos de las leguminosas lo inicié en el Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno, que surgió en el IIBO para abordar un proceso biológico de gran importancia.

Ecología Genómica



En especial he trabajado en las bacterias fijadoras de nitrógeno de frijol y de árboles de leguminosas. En estos últimos, los efectos de la fijación de nitrógeno (N) son evidentes desde el inicio de su desarrollo. Los árboles de leguminosas tienen una gran capacidad para fijar N y pueden crecer en lugares donde el suelo es pobre. Hemos descrito varias nuevas especies bacterianas con características sobresalientes por su resistencia al estrés, por su alta capacidad para fijar nitrógeno o por su estabilidad genética. El advenimiento de la genómica ha permitido el estudio de bacterias no cultivables asociadas a hospederos, además de la expresión bacteriana en los hábitats naturales en plantas e insectos. Así, con metatranscriptómica hemos estudiado los simbiosis de la cochinilla del carmín y de maíz y frijol en asociación (en la milpa) y encontramos genes bacterianos diferencialmente expresados tanto en frijol como en maíz y en la milpa.

México, por ser megadiverso, tiene una enorme riqueza bacteriana asociada no sólo a las plantas, sino también a animales nativos. Descubrimos y describimos una convergencia evolutiva en intestinos de animales y en raíces ya que en ambos existen comunidades bacterianas complejas donde puede haber en algunos casos fijación de nitrógeno. Encontramos actividad de reducción de acetileno indicativa de fijación de nitrógeno en heces de dos especies de tortugas, *Centrochelys sulcata* (tortuga de espalón africana) y en *Gopherus berlandieri* (gálago tamaulipeca). De las heces aislamos una especie de *Klebsiella* capaz de fijar nitrógeno: *Klebsiella variicola*,

la cual fue descrita en mi grupo de investigación como endófita (que habita el interior de tejidos vegetales) de distintas plantas.

Estudiamos distintos insectos herbívoros nativos de México. De particular interés resultó la cochinilla del carmín, que tiene bacterias fijadoras de nitrógeno, no sólo en su intestino sino también en hemolinfa y ovarios. En la cochinilla, existe una expresión bacteriana diferencial en los distintos tejidos colonizados por los simbiosis. Las bacterias encontradas en ovarios podrían transmitirse a la progenie. La bacteria fijadora de nitrógeno de la cochinilla del carmín es una especie nueva que nombramos *Dactylopiibacterium carminicum* y que es cercana filogenéticamente a endófitos de pastos incluyendo el arroz. En su conjunto, el estudio de la microbiota de animales y plantas nos llevó a reconocer bacterias comunes en estos hospederos, por lo que hemos propuesto un ciclo endófito-entérico y reconocemos que los humanos y los animales herbívoros comemos endófitos. Esto abre una perspectiva muy interesante para inocular a las plantas no sólo con bacterias que promuevan el crecimiento vegetal, sino que tengan consecuencias benéficas en la salud de humanos y otros animales.

Agradezco a DGAPA por el apoyo de PAPIIT, a CONACYT y a mis colegas y a más de 80 alumnos y postdocs que han colaborado en mi grupo de investigación. [i](#)

Referencia

Martínez-Romero, E., et al (2021). We and herbivores eat endophytes. *Microbial Biotechnology* 14: 1282-1299.

Una vida dedicada a la LIBB

Luis Mendoza
Secretario de Enseñanza, IIBO

La Licenciatura en Investigación Biomédica Básica (LIBB) se creó en 1974 como parte de un programa muy novedoso que involucraba también a la Maestría y al Doctorado del mismo nombre. Bajo el apoyo decidido del doctor Guillermo Soberón Acevedo desde la Rectoría, hubo un grupo importante de investigadores del Instituto de Investigaciones Biomédicas que hicieron posible su creación. Entre ellos puedo mencionar a los doctores Jaime Mora, Rafael Palacios, Jaime Martuscelli, Mario Castañeda y José Negrete.

La estructura curricular de la LIBB proporcionaba el marco perfecto que permitía desarrollar mis intereses sobre la posibilidad de hacer investigación, y mezclar las dos áreas de conocimiento que más me atrapaban: la biología y las matemáticas. Desde el inicio de mi formación encontré un ambiente muy propicio para desarrollar la capacidad crítica y dar una fuerte base de conocimientos formales y cuantitativos para comprender a los sistemas biológicos, especialmente a nivel molecular.

El ambiente de análisis y discusión abierta no sólo entre estudiantes, sino también con investigadores, permitió crear relaciones tanto de amistad como académicas que han perdurado por décadas. Por otra parte, esas características hicieron que tuviera la oportunidad de convertirme en el profesor de matemáticas de la LIBB poco después de haber egresado de la carrera; fortaleciendo aún más mi vínculo con ese programa académico.

Mi doctorado lo realicé en el Instituto de Ecología, formando parte de la primera generación del Doctorado en Ciencias Biomédicas, primer doctorado directo en nuestro país, que nació a partir del antiguo Doctorado en Investigación Biomédica Básica. Ahí tuve la oportunidad de desarrollar ya de manera formal los modelos de redes en los que me había interesado desde la licenciatura. Los resultados constituyeron una forma novedosa de estudiar los procesos de regulación molecular que controlan la diferenciación celular.

Posteriormente realicé un posdoctorado en el Instituto Karolinska, en donde adquirí conocimientos de bioinformática, que se complementaron con aquellos de la Biología Computacional que ya manejaba, dándome

una panorámica amplia de análisis de sistemas biológicos con herramientas matemáticas y computacionales. Tal habilidad me permitió ser contratado por una compañía biotecnológica en Ginebra, Suiza, en donde trabajé durante cuatro años y tuve la oportunidad de estar en contacto con la cultura empresarial, proporcionándome una manera distinta y complementaria de hacer ciencia.

Tuve la enorme dicha de poder obtener una plaza de investigador en la que siempre he considerado mi casa: el Instituto de Investigaciones Biomédicas, en el año 2006. Al llegar aquí formé el Laboratorio de Biología Computacional (CompBioLab), el cual ha estado enfocado desde entonces a inferir, modelar y analizar diferentes redes de regulación que controlan los procesos de diferenciación celular.

El modelo que he podido desarrollar más a fondo es el de la red de regulación que controla la hematopoyesis, del cual ya hemos publicado versiones cada vez más amplias, que abarcan diversos aspectos tanto a nivel molecular como a nivel celular. Cabe mencionar que esa línea de investigación ha sido pionera en integrar y comprender la aparición de diversos tipos de células del sistema inmune en términos del estado de activación de grupos de genes y sus productos, tanto en el tipo silvestre como en una gran colección de mutantes y alteraciones.

Después de 13 años de labor como investigador en el Instituto de Investigaciones Biomédicas, tuve el honor de haber sido invitado a dirigir la Secretaría de Enseñanza, en la administración de la doctora María Imelda López Villaseñor. Para mí fue una sorpresa, y



Programa de Licenciatura, Maestría y Doctorado en Investigación Biomédica Básica



Gaceta UNAM, 30 de octubre de 1974

Gaceta CCH, 31 de octubre de 1974

Tuve la enorme dicha de poder obtener una plaza de investigador en la que siempre he considerado mi casa: el Instituto de Investigaciones Biomédicas



acepté con gusto por el reto que ello implicaba. Además, dentro de las responsabilidades de la secretaría, estaba el convertirme en el Coordinador de la LIBB, mi adorada carrera.

Por la coordinación de la LIBB han pasado ilustres investigadores: los doctores Mario Castañeda, Guillermo Alfaro, Carlos Huitrón, Lino Díaz, Edmundo Lamoyi, Javier Espinosa, Rafael Camacho, Alejandro García y Alejandro Zentella. Y ahora yo tenía el privilegio de ser el primer egresado de esa misma carrera en llegar a la Coordinación.

En sus 47 años de existencia, la LIBB ha tenido diversas transformaciones, pero siguiendo aún de cerca el plan original. Esto es, desde luego, una muestra de la solidez en la planeación y la visión de sus fundadores. Una de las (muchas) cosas que no han cambiado, es el riguroso proceso de selección para entrar a la licenciatura. En números redondos, más de 200 aspirantes se inscriben anualmente al proceso de selección, de los cuales pasan al curso propedéutico alrededor de 30, y terminan siendo aceptados alrededor de 10.

La sistematización de la información archivada sobre la LIBB ha permitido tener una visión panorámica sólida que permite evaluar la calidad de nuestra licenciatura, así como encontrar los puntos en los que somos muy buenos, y en los que no somos tan buenos. En términos de la eficiencia terminal estamos apenas ligeramente mejor que el promedio

en nuestra Universidad, ya que hay un número significativo de alumnos que desertan durante su primer año.

En donde la LIBB tiene un desempeño verdaderamente estelar es —entre otras cosas— en la productividad de sus egresados. Si bien no ha sido posible generar estadísticas para el grupo completo de egresados, sí ha sido posible hacerlo para aquellos quienes han sido contratados por la UNAM, tanto como investigadores, profesores o técnicos. Si este grupo de académicos constituyera un centro de investigación virtual, la productividad, medida en términos de la tasa de publicaciones internacionales revisadas por pares, sería no sólo más alta, sino mucho más alta que cualquiera de los Institutos del área Químico-Biológica de nuestra Universidad. Sin duda, eso es una razón para estar orgulloso de la LIBB.

La Licenciatura en Investigación Biomédica Básica ha sido un eje sobre el cual ha girado buena parte de mi vida, he sido estudiante, egresado, profesor, tutor, ahora coordinador; y siempre seré un amigo cercano del programa y de todos aquellos quienes han hecho posible su existencia. ■



SEMINARIO INSTITUCIONAL

El corazón de Biomédicas en las Unidades Periféricas: Siguiendo el rastro de un virus oncogénico

Marcela Lizano Soberón
Unidad Periférica del IIBO
en el Instituto Nacional de Cancerología

Las Unidades Periféricas del Instituto de Investigaciones Biomédicas se crearon en distintos momentos por diferentes necesidades, siete de ellas vinculadas al sector Salud en la Ciudad de México y dos a instituciones educativas en Xalapa y Tlaxcala. En 1986 se estableció la unidad periférica del Instituto Nacional de Cancerología (INCan) gracias a que el doctor Guillermo Alfaro Martínez tuvo el interés de incursionar en el estudio del cáncer dentro de una institución donde el tema día a día era la atención de pacientes oncológicos. En 1988 el doctor Alfaro me invitó a trabajar en su grupo en el INCan ya que yo había manifestado mi interés en el estudio del cáncer cuando él nos impartió clases en la maestría. Esto representó una gran oportunidad que marcó mi carrera en la investigación biomédica.

Previo a esto, como estudiante de la Licenciatura en Investigación Biomédica Básica tuve otras grandes oportunidades como la cercanía con investigadores destacados que fueron apasionados maestros que nos motivaron al estudio de diversos temas en el área biológica. Es así como conocí a los doctores Romilio Espejo y Carlos Arias y con ellos, al interesante tema de los rotavirus y las enfermedades asociadas a estos virus. Esa sin duda fue una etapa muy formativa en el rigor científico, que me ayudó a decidir que sí quería dedicarme a la ciencia.

Cuando ingresé como investigadora al INCan aún no terminaba mi tesis de maestría, así que, por algunos meses, durante los fines de semana, seguí realizando experimentos en lo que era el Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología en Cuernavaca, ahora Instituto de Biotecnología, hasta que logré obtener el grado. Ahí

me quedó claro que el estudio del cáncer era un tema complejo y ameritaba concentración de tiempo completo, por lo que me propuse identificar un tema para desarrollar el doctorado. En ese entonces el INCan era una institución pequeña, con muchas necesidades en infraestructura para la atención a los pacientes y con una investigación incipiente. Desde entonces, he sido testigo del vertiginoso crecimiento de esta institución, siendo ahora un pilar en la atención oncológica en México y donde se desarrolla investigación de gran calidad. Trabajar dentro de un Instituto de Salud es una experiencia estimulante ya que el contacto constante con médicos, investigadores y pacientes motiva a realizar investigación que, de alguna manera, aun a largo plazo, pueda repercutir en la mejoría de los pacientes. A su vez, en las instituciones de salud se cuenta con valiosa materia prima fundamental para el desarrollo de investigaciones básicas y clínicas, como son las muestras biológicas de los pacientes, ensayos clínicos, oportunidad de implementar nuevos tratamientos, infraestructura y personal altamente capacitado para la atención médica, el diagnóstico y el seguimiento estrecho de los pacientes. Todo esto en conjunto brinda un ambiente incomparable para la investigación básica, clínica y traslacional.

Desde que incursioné en el estudio del cáncer, me pareció un tema fascinante ya que permite entender cómo funciona la célula a cualquier nivel y que en el cáncer los distintos procesos celulares pierden su regulación normal por diversos mecanismos, incluyendo el efecto de los virus oncogénicos. El vertiginoso crecimiento del conocimiento sobre la regulación genética y epigenética generado en los últimos años, sin duda, ha aumentado la complejidad en el estudio del cáncer. Dado que mi interés en los virus siempre estuvo latente, cuando tuve conocimiento sobre la implicación del virus del papiloma humano (VPH) en cáncer, decidí realizar mis estudios de doctorado en este tema en el grupo del doctor Alejandro García Carrancá. Esto definió la línea de investigación que actualmente desarrollo, vías de señalización alteradas por VPH, con la cual logré establecer un grupo de trabajo independiente en el INCan.

El inicio de la Unidad Periférica en el INCan fue una idea visionaria del doctor Jaime de la Garza, entonces director

de Investigación, de que el INCan podía aportar espacio y la UNAM investigadores y con esto se lograría enriquecer la investigación en el área del cáncer. El primero que aceptó esta invitación fue el doctor Guillermo Alfaro en 1986; por cierto, él ya trabajaba con el interesante tema de regulación de la expresión génica por metilación del ADN, pero entonces eso aún no se llamaba epigenética. Más adelante, en el año 2000, nuevos visionarios como los doctores Carlos Larralde, Alejandro Mohar y Juan Pedro Lacleite fortalecieron a la Unidad de Investigación Biomédica en Cáncer y alentaron el ingreso de más investigadores del Instituto de Investigaciones Biomédicas. En el año 2008 tuve el privilegio y la fortuna de ingresar como investigadora a Biomédicas. Más adelante, en el 2014, con el apoyo del entonces rector el doctor José Narro, se remodelaron las instalaciones y se lograron laboratorios más funcionales. Gracias al apoyo de las siguientes administraciones de Biomédicas y el INCan con los doctores Gloria Soberón, Patricia Ostrosky, Imelda López, Abelardo Meneses y Luis Alonso Herrera, la Unidad se ha fortalecido.

Es claro que la creación de la Unidad Periférica de Biomédicas en el INCan sigue siendo una historia de éxito que se puede ver en los siguientes logros: es una Unidad verdaderamente fusionada al INCan, donde investigadores de Biomédicas trabajan en colaboración con investigadores de dicho Instituto en el área de cáncer. Se desarrollan proyectos de investigación básica y clínica, coordinados por médicos e investigadores cuyas líneas de investigación se enfocan en el estudio de diferentes tipos de cáncer como el cervicouterino, de cabeza y cuello, de mama, de pulmón, leucemias y linfomas, epigenética, células troncales, virus del papiloma humano y la reposición farmacológica, entre otros temas. En 2019 el INCan tuvo el primer lugar en productividad científica entre los Institutos de Salud; en 2020 el 50 por ciento de las publicaciones del INCan provinieron de la Unidad de Investigación Biomédica en Cáncer; ahí se han formado una gran cantidad de recursos humanos de pregrado y posgrado de la UNAM; en 2014 se creó la Red de Apoyo a la Investigación (RAI), donde la Unidad de Investigación Biomédica en Cáncer es sede de la Unidad de Mi-



**El INCan
es ahora un pilar en
la atención oncológica
en México y donde se
desarrolla investigación
de gran calidad**

croscopía; además, ese año se creó el Colegio Mexicano para la Investigación del Cáncer y posteriormente la Clínica de Cáncer Hereditario y el Centro de Investigación en Prevención. Por todo lo anterior, considero que esta fructífera interacción se asemeja a un sistema circulatorio donde el Instituto de Investigaciones Biomédicas representa al corazón, como parte central, permitiendo el flujo de conocimiento a través de sus investigadores y estudiantes hacia las Unidades Periféricas en los distintos hospitales y universidades, como órganos distales y vitales, los que, a su vez, reoxigenan y nutren a Biomédicas con productividad, formación de recursos humanos y generación de proyectos. 

El ácido lisofosfatídico induce la vía de señalización implicada en el desarrollo de glioblastomas

Keninseb García / Aliesha González

Departamento de Prensa y Difusión / Departamento de Medicina Genómica y Toxicología Ambiental, IIBO

En el seminario del departamento de Medicina Genómica y Toxicología Ambiental titulado “La activación del dúo PKC α /receptor a progesterona por ácido lisofosfatídico induce el desarrollo de glioblastomas” la doctora González Arenas explicó que el glioblastoma es uno de los tumores cerebrales de mayor malignidad y el más común, el cual se desarrolla a partir de astrocitos desdiferenciados o de células troncales tumorales. El desarrollo de este tipo de tumores ocurre sobre todo en adultos, mayoritariamente hombres, y en el país se diagnostica a una edad media de 49 años, mientras que en el resto del mundo la edad media es cercana a los 60 años. Estos tumores pueden desarrollarse a partir de tumores de menor grado de malignidad denominados astrocitomas que se estratifican del I al IV siendo este último el más letal y maligno también conocido como glioblastoma. También pueden aparecer de *novo*, es decir que aparecen por primera vez con características de glioblastoma.

Según datos del portal GLOBOCAN 2020, en México, de todos los tipos de cáncer, los tumores cerebrales como el glioblastoma, ocupan el lugar 18 en incidencia y el 13 en cuanto al número de muertes que ocasionan, pero son el cuarto tipo de cáncer más letal, son de alta malignidad y baja sobrevivencia, ya que sólo 9 por ciento de los pacientes logra sobrevivir 2 años y el 3 por ciento alcanza una sobrevida de hasta 4 años.

Las mutaciones en la vía de señalización PI3K/AKT, la sobreexpresión y/o mutaciones en receptores a factores de crecimiento, las mutaciones en reguladores del ciclo celular, y la activación de receptores a hormonas esteroideas, como el receptor a progesterona (PR, por sus siglas en inglés), son algunos de los factores que están involucrados en el desarrollo de glioblastomas, comentó la doctora Aliesha González Arenas.

El grupo de la doctora González Arenas estudia las vías de señalización involucradas en la activación de receptores a hormonas esteroideas por proteínas cinasas C (PKC) y su implicación en el desarrollo de glioblastomas. En el seminario virtual la investigadora mencionó que desde hace unos años se hallaron evidencias de la participación del PR en el desarrollo de tumores, pues en la década de 1990 un grupo de la Escuela de Medicina de la Universidad de Nagasaki en Japón encontró que este receptor estaba sobreexpresado en as-

trocitomas, sobre todo en los glioblastomas. Posteriormente, el grupo del doctor Ignacio Camacho, de la Facultad de Química de la UNAM, encontró que la progesterona inducía el crecimiento y la infiltración de células de astrocitoma humano cuando eran implantadas en la corteza cerebral de ratas.

También mencionó un estudio realizado por el grupo de la doctora Patricia García del Instituto Nacional de Cancerología, en donde se observó en un modelo murino de glioblastoma, que la administración de temozolamida, —el fármaco que se utiliza en el tratamiento del glioblastoma y prolonga la sobrevida de los pacientes de 4 meses hasta 2 años— cuando se combinaba con mifepristona, o RU486, que es un modulador selectivo del PR que puede antagonizar su actividad, producía una disminución doblemente eficaz del volumen tumoral que cuando se usaba la temozolamida sola.

La ponente explicó que el PR es un receptor intracelular que funciona como factor de transcripción y que puede activarse también mediante la fosforilación en 15 sitios distintos por diferentes proteínas cinasas como las activadas por mitógenos (MAPKs), sin embargo no se había explorado la posibilidad de que otras proteínas cinasas, como las PKC —que están involucradas en modular la migración, invasión, sobrevivencia, proliferación y apoptosis

de células tanto no patológicas como tumorales— pudieran participar en la fosforilación del receptor.

A finales de la década de 1980 se publicó un trabajo en el que se mostraba que la activación de las proteínas PKC en células de cáncer de mama incrementaba 40 por ciento la fosforilación del PR, y a partir de esta referencia el grupo de la doctora González Arenas se propuso investigar si las PKCs podían fosforilar al receptor y de esta manera inducir el desarrollo de glioblastoma.

Proteínas cinasas C y la fosforilación del receptor a progesterona

La investigadora del IIBO y sus colaboradores analizaron *in silico* posibles sitios consenso de fosforilación en el PR y encontraron que el sitio correspondiente a la serina 400, que está muy conservado en diferentes especies de mamíferos, presentaba una alta probabilidad de ser fosforilado por las PKC. Enseguida probaron experimentalmente si al activar a las PKC con un éster de forbol (TPA) era posible inducir la fosforilación del PR y observaron que la fosforilación del receptor aumentaba notablemente después de cinco minutos.

También se observó que la actividad transcripcional del receptor incrementaba después de la activación de PKC. Para conocer cuál de las 13 isoformas de PKC era la que estaba participando en la fosforilación del PR, la

doctora González Arenas y sus colaboradores inhibieron las isoformas más abundantes de PKC que son alfa, delta y épsilon (α , δ y ϵ) y observaron que sólo cuando se inhibía la PKC α y PKC δ se bloqueaba la fosforilación del PR, lo cual indicaba que estas isoformas eran las que estaban involucradas en la fosforilación del receptor.

Posteriormente encontraron mediante ensayos de coinmunoprecipitación que PKC α se asociaba con el PR de manera basal, y cuando se daba el tratamiento con TPA para activarla, la asociación incrementaba considerablemente; mientras que con PKC δ no se observaron diferencias en cuanto a su asociación con el PR, por lo que propusieron que esta isoforma podría estar activando otras vías de señalización capaces de inducir a la fosforilación del receptor.

También hallaron que la activación de PKC α con TPA incrementaba la migración y la capacidad de invasión de dos líneas celulares derivadas de glioblastoma y que el tratamiento con el antagonista del receptor bloqueaba esos procesos, lo cual indicaba que la señalización de PKC/PR inducía la proliferación, migración e invasividad de líneas celulares de glioblastoma.

En colaboración con los doctores Talia Wegman, del Instituto Nacional de Cancerología; Sonia Mejía, del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, y Alejandro García Carrancá de la Unidad Periférica del IIBO en Cancerología y los integrantes del grupo de la doctora González Arenas estudiaron si la fosforilación del PR junto con la expresión de PKC α podría ser un factor pronóstico de la malignidad de los astrocitomas.

Evaluaron la expresión del PR y de PKC α en biopsias de pacientes con astrocitomas de diferentes grados de malignidad y encontraron una correlación positiva entre el grado del tumor, la expresión de dichas proteínas y la fosforilación en la serina 400, ya que las células positivas al receptor a progesterona y PKC α incrementaban a medida que incrementaba la malignidad del tumor, así mismo notaron que la colocalización de ambas proteínas también incrementaba a medida que incrementaba la malignidad. Además, observaron que la fosforilación del PR era mayor en las muestras de astrocitomas de mayor malignidad, por lo cual

han propuesto a estas proteínas y a la fosforilación del receptor como posibles biomarcadores de malignidad en glioblastoma.

En 2014 se publicó un trabajo que aportó evidencias de que el tratamiento con mifepristona podría ser considerado como una terapia paliativa para el glioblastoma, ya que mejoró la calidad de vida de un paciente de 43 años con esta enfermedad, por lo que se propuso que podría sentar bases para realizar ensayos aleatorios controlados con un mayor número de pacientes. Esto les permitió llevar a cabo un ensayo en el que se evaluaron los beneficios de añadir al tratamiento tradicional con temozolamida el modulador selectivo del PR, en 8 pacientes del Instituto Nacional de Cancerología, en un proyecto liderado por el doctor Bernardo Cacho, y esto ha mostrado que aunque no disminuyen los efectos adversos que produce la temozolamida, sí se mejora la calidad de vida de los pacientes, de acuerdo con diversas herramientas y cuestionarios que evalúan los efectos, las funciones físicas, psicológicas y sociales de las personas que participan en los ensayos de tratamientos contra el cáncer.

Hasta ese momento, los investigadores del grupo de la doctora González Arenas habían reunido evidencias que indicaban que el PR podía ser fosforilado por PKC α en la serina 400, lo cual propiciaba que el receptor se activara induciendo la expresión de genes involucrados en el desarrollo de glioblastoma, mencionó la ponente.

¿Qué activa la vía de PKC/PR?

Para investigar qué elemento del microambiente del tumor podría encender la vía de PKC/PR, analizaron el transcriptoma del glioblastoma reportado por otros grupos de investigación. Llamó su atención el gen de la autotaxina, que es una enzima encargada de la producción de ácido lisofosfatídico (LPA), el cual puede unirse a seis diferentes receptores involucrados en neurodesarrollo, coagulación, inflamación e incluso el crecimiento del cabello, mencionó la ponente.

Agregó que el LPA y sus receptores pueden inducir la activación de una proteína G α q, que al activarse puede inducir una vía de señalización que lleva a la activación de PKC. Al respecto, los integrantes de su grupo hallaron que el LPA, a través del receptor LPA $_1$,

activaba a PKC α e inducía su translocación al núcleo de las células; también encontraron que inducía la fosforilación del PR en la serina 400 en el núcleo de células derivadas de glioblastoma. Así mismo encontraron evidencias reportadas por diferentes publicaciones, que indicaban que cuando un astrocitoma evolucionaba a un mayor grado de malignidad, el receptor LPA $_1$ incrementaba su expresión en comparación con otros receptores para LPA, además de que bloqueando la activación de este receptor disminuía el tamaño del tumor en un modelo murino de glioblastoma.

Por otra parte, al analizar la expresión de los genes blanco del PR, VEGF y EGFR, encontraron que después del tratamiento con LPA aumentaba claramente la transcripción de VEGF, que es el factor de crecimiento vascular endotelial y es muy importante para la formación de vasos sanguíneos que permiten el desarrollo del tumor. Así mismo, encontraron que la fosforilación del PR en la serina 400 a través de PKC α ocurría de manera directa y era inducida por el receptor LPA $_1$.

A partir de estos resultados los investigadores dedujeron que el LPA, al unirse al receptor LPA $_1$, puede activar a una proteína G; que a su vez activa a PKC α , la cual se trasloca al núcleo y fosforila al receptor en la serina 400, y esto induce la transcripción de genes como VEGF.

Después se propusieron probar si la inhibición del receptor LPA $_1$ podría tener un efecto sobre el crecimiento de las células y observaron que con esto se inhibía el crecimiento y la migración en líneas celulares de glioblastoma. Y cuando se combinaba el bloqueo de PKC α con el antagonista de LPA $_1$, se observaba un efecto similar, no un efecto aditivo ni sinérgico, lo que podría sugerir que se trataba de una misma vía y por lo tanto la inhibición del receptor LPA $_1$ era suficiente para que no hubiera señalización por PKC α .

Por último mencionó que a partir de los resultados de todos estos experimentos, actualmente en su laboratorio se está tratando de averiguar si la acción concomitante de los antagonistas del receptor LPA $_1$ y del PR pueden inhibir en más de 50 por ciento la proliferación de células de glioblastoma, con el fin de trabajar en una combinatoria de fármacos para tratar este tipo de tumores. ■

No sólo es el sodio, también es el potasio

Gerardo Gamba
Departamento de Medicina Genómica y Toxicología Ambiental del Instituto de IBO
Director de Investigación del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán



Se ha propuesto por años que el consumo de sal tiene relación directa con los niveles de presión arterial y la mortalidad cardiovascular. Los humanos modernos se generaron en lugares con mucha limitación de sal, agua y comida, como el desierto del Sub Sahara. Por tanto, fueron aquellos con gran habilidad para retener sal y calorías los que lograron sobrevivir a la selección natural. Miles de años después comemos sal y calorías en exceso y nuestros dos problemas crónicos no transmisibles más importantes son la hipertensión arterial y la obesidad.

Con el crecimiento de las civilizaciones el humano aprendió que la comida se conserva mejor cuando se le adiciona sal. El asunto fue tan importante que a las personas les pagaban el trabajo con sal, como si fuera una moneda y de ahí que le sigamos llamando salario a nuestra paga mensual.

El órgano encargado de regular el contenido de sal del cuerpo es el riñón. Ante un exceso en el consumo de sal, las personas con predisposición genética para retener sal lo hacen, muy poco a poco a lo largo de los años, hasta que llega un momento en que su organismo sube la presión arterial, para poder eliminar adecuadamente la sal, de lo contrario desarrollarían edema. En otras palabras, la hipertensión arterial

es la respuesta del organismo ante una retención excesiva de sal, en un individuo con predisposición genética para hacerlo y que está expuesto a dieta alta en sal. En las grandes urbes, al menos 40 por ciento de los habitantes mayores de 50 años tiene hipertensión arterial.

Estudios epidemiológicos han mostrado con claridad que el problema no es solamente el alto consumo de sal, sino también, el bajo consumo de potasio. Las personas que consumen poco potasio tienen presión arterial más alta. El potasio se obtiene de las frutas y verduras (v.gr., plátano, jitomate, aguacate). El potasio en sangre debe regularse en forma muy precisa porque de elevarse, pondría en riesgo la función del corazón. Los estudios de fisiología renal han mostrado que para eliminar potasio se debe eliminar sal y viceversa. Entonces, en un individuo que consuma mucho potasio (frutas y verduras), el riñón optará por eliminar sal, para poder eliminar el potasio.

Por años muchas empresas y organismos han rechazado estas ideas porque alegan que no hay estudios que muestren que la disminución en el consumo de sal tenga un efecto claro a largo plazo. En días recientes, un trabajo publicado en el *New England Journal of Medicine* (DOI: 10.1056/NEJMoa2105675) da cuenta clara de este efecto.

Se trata de un estudio en China que muestra los resultados de haber expuesto en un ensayo aleatorio a más de 10 mil personas por grupo al consumo regular de sal (cloruro de sodio) vs consumir un sustituto de sal que tenga 75 por ciento de cloruro de sodio y 25 por ciento de cloruro de potasio. O sea, menos sal, con más potasio.

Los sujetos del estudio fueron personas que ya habían tenido un infarto cerebral o mayores de 60 años con hipertensión de difícil control. A cinco años de seguimiento la frecuencia de infartos cerebrales, eventos cardiovasculares y muerte fue significativamente menor en quienes consumieron el sustituto de sal. Este es un estudio de intervención que prueba con claridad que comer menos sal y más potasio tiene un efecto benéfico en la salud cardiovascular. [■](#)

Este artículo fue publicado el 08 de septiembre de 2021 en el diario *La Crónica*, página 5, sección Columnistas.

La privacidad en tiempos de data brokers

David Rico
Sección de Cómputo, IIBO

De acuerdo al boletín emitido por el Inegi de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares (ENDUTIH) realizada en 2020, se estima que hay 84.1 millones de usuarios de internet, cifra que aún se ve lejana de los 126 millones de habitantes de nuestro país considerando que el internet se convirtió en un derecho para los mexicanos con la reforma constitucional de 2013¹.

Dejando a un lado la perspectiva de internet como derecho para los mexicanos y pasando a un terreno que corresponde a los usos y costumbres, es posible identificar que internet y sus servicios se han convertido en algo muy cotidiano y los grandes fabricantes tecnológicos han aprovechado esta situación para promover cambios sistemáticos importantes en nuestras vidas mediante las redes sociales, como es el caso de encontrar familiares lejanos y/o amistades que les perdimos la pista, también es posible organizar labores altruistas como la donación de sangre; y con la pandemia que estamos cursando actualmente, convertir los espacios físicos de aprendizaje a virtuales por medio de plataformas de videoconferencia y/o educativas.

En términos de comunicación para enviar un mensaje básicamente se necesita de un emisor, un receptor y un medio; al extrapolarlo a medios digitales el canal de comunicación se convierte a toda la infraestructura que usamos para establecer la comunicación y aquí es cuando se da un debate interesante: ¿El uso de internet debe promover la anonimización o la vigilancia de las actividades digitales?; la gran desventaja de la anonimización es que existe la posibilidad de que se registren actividades malintencionadas en la red y en consecuencia no identificar a los actores malintencionados; y en cuanto a la *vigilancia* le proporciona poder a los gobiernos para que ayudándose de operadores de telefonía, empresas de tecnología y otros medios infrinjan la privacidad de los usuarios de internet; con estos dos escenarios se presenta la dificultad de regular internet.

Por otro lado, existe una conducta relacionada con los datos que generamos en las plataformas tecnológicas y tiene que ver con su venta, su antecedente radica en un concepto propuesto por Laudon KC hace más de 20 años, en ese entonces hablaba de un banco de información en el que los usuarios depositaban su información personal y a cambio recibían un pago. En la actualidad

nuestros hábitos individuales en la red generan datos que las empresas les dan valor y en este nuevo mercado de información digital participan intermediarios que venden esa información o la comparten con otras empresas, pero a todo esto:

¿Cómo obtenemos nuestra información?

Habitualmente viene marcado en los términos y condiciones de uso de las aplicaciones y/o servicios, pero también a través del funcionamiento de las mismas páginas.

¿Qué hacen con ella?

De la información recopilada aplican algoritmos de una tecnología para manejar grandes volúmenes de datos "Big Data" y realizan algunas inferencias para marcar las tendencias de nuestros hábitos.

¿Tiene algún fin comercial?

El objetivo de todo esto es invitar al consumidor al punto donde las empresas estimen que pueden tener un beneficio económico; por ejemplo, enviar publicidad acorde a sus gustos del consumidor.

¿Es posible evitarlo?

De acuerdo con la firma de seguridad Kaspersky se recomienda lo siguiente: familiarizarse con la ley que protege los datos en el país de residencia; no publicar información personal en redes sociales; modificar redes sociales para que sean privadas; en la medida de lo posible no participar en cuestionarios en línea; evitar el uso de aplicaciones de dudosa procedencia; no abrir correos electrónicos de remitentes desconocidos; usar un navegador con bloqueo de rastreadores y anuncios.

Conociendo lo que pasa detrás de las cortinas de internet y poniendo en práctica las recomendaciones minimizamos el impacto del manejo de nuestros datos personales; es muy probable que sigan actualizando este tipo de técnicas y en ese sentido debemos mejorar nuestros hábitos de navegación. 

1. <https://www.gob.mx/gobmx/articulos/en-mexico-el-acceso-a-internet-es-un-derecho-constitucional>