



Gaceta Biomédicas

Julio, 2025 | Año 30 | Número 7 | ISSN 1607 - 6788



UNAM
Nuestra gran
Universidad



**Celebra la generación 49 de la LIBB
el término de sus estudios**



CONTENIDO

Julio, 2025 Año 30 Número 7

DIRECTORIO UNAM

Rector

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas

Secretaría General

Dra. Patricia Dávila Aranda

Secretario Administrativo

Mtro. Tomás Humberto Rubio Pérez

Secretaría de Desarrollo Institucional

Dra. Diana Tamara Martínez Ruiz

Secretario de Prevención, Atención y Seguridad Universitaria

Lic. Raúl Arcenio Aguilar Tamayo

Coordinadora de la Investigación Científica

Dra. Soledad Funes Argüello

Directora del IIBO

Dra. Imelda López Villaseñor

CONSEJO EDITORIAL

Dra. Imelda López Villaseñor

Dr. Luis Mendoza Sierra

Mtra. Sonia G. Olguín García

Dr. Daniel Ríos Barrera

Dr. Héctor Miranda Astudillo

Lic. Lucía Brito Ocampo

Lic. Osiris López Aguilar

L.I. David Rico Malfavón

Gaceta
Biomédicas

Directora y Editora

Mtra. Sonia Olguín García

Editor Científico

Dr. Luis Mendoza Sierra

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. Editora: Sonia Olguín. 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 30, número 7. Certificado de Licitación de Título No. 10551. Certificado de Licitación 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 31 de julio del 2025.

Información disponible en:

<https://www.biomedicas.unam.mx/prensa-y-difusion/gaceta-biomedicas/>

Cualquier comentario o información, dirigirse a: Mtra. Sonia Olguín, jefa del Departamento de Prensa y Difusión, correo electrónico: gaceta@iibomedicas.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.

3 Celebra la generación 49 de la LIBB el término de sus estudios

Los once estudiantes que integran la generación 49 de la Licenciatura en Investigación Biomédica Básica (LIBB) celebraron el fin de cursos.

6 Patricia Ostrosky y Agnès Fleury, académicas honoraria y de nuevo ingreso de la ANMM

La doctora Patricia Ostrosky fue reconocida como socia honoraria de la Academia nacional de Medicina de México (ANMM), mientras que la doctora Agnès Fleury recibió el diploma e insignia de ingreso como socia numeraria.

8 Hepatitis E, más allá del hígado

La hepatitis es la inflamación del hígado causada por diferentes etiologías.

10 XVII Curso Institucional de Microscopía Óptica: Principios básicos, confocal, super resolución y estereología

La Unidad de Microscopía del Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIBO) realizó el XVII Curso Institucional de Microscopía Óptica.

12 Interacciones entre tejidos durante el desarrollo. ¿Qué nos enseña el sistema respiratorio de la mosca?

El sistema respiratorio de los insectos está compuesto por una serie de tubos ramificados.

14 SEMINARIO INSTITUCIONAL Diversidades y disidencias genéricas en las universidades

En el marco del Día Internacional contra la Homofobia, la Transfobia y la Bifobia (17 de mayo), la maestra Rubén Hernández (Rubi) aseguró que las diversidades y disidencias sexo genéricas somos parte de las universidades.

16 El uso de GPUs en la ciencia de datos

En el origen del procesamiento de datos masivos, por allá de los años 90, junto con el surgimiento del Big Data, nació la necesidad de un procesamiento más eficiente.



En portada:
Generación 49 de la LIBB durante su ceremonia de graduación.

Imagen: Sonia Olguín y Manuel Zepeda

Ediciones anteriores:





Integrantes de la generación 49 de la LIBB con las autoridades del IIBO, la directora de la Facultad de Medicina y el director del Instituto de Fisiología Celular.

Celebra la generación 49 de la LIBB el término de sus estudios

Keninseb García
Departamento de Prensa y Difusión, IIBO

Los once estudiantes que integran la generación 49 de la Licenciatura en Investigación Biomédica Básica (LIBB) celebraron el fin de cursos y recibieron diplomas de manos de las autoridades de los Institutos de Investigaciones Biomédicas y Fisiología Celular, que son las entidades sede del plan de estudios.

En la ceremonia realizada en el Auditorio “Alfonso Escobar Izquierdo” del IIBO también se entregó la Medalla al Mérito Universitario Gabino Barreda al licenciado Francisco Pinta Castro, egresado de la generación 46 de la LIBB, reconocimiento que se otorga a los alumnos más sobresalientes de cada generación al término de sus estudios.

La doctora Imelda López Villaseñor, directora del Instituto de Investigaciones Biomédicas, destacó que el de la LIBB fue un proyecto pionero en la Universidad, que permitió vincular de forma estrecha la docencia con la investigación científica, al iniciar a los jóvenes tempranamente en la investigación, a través de rotaciones anuales en diferentes laboratorios, bajo la supervisión de investigadores.

Recordó que la generación que ahora egresa inició sus estudios en medio de una pandemia sin precedentes en la época actual, pero se reinventó y se fortaleció a pesar de las dificultades. “Ustedes son una generación entusiasta, fuerte y resiliente. Estoy segura que los retos que han vivido serán un impulso para la vida académica y profesional que ahora inicia. Les deseo el mayor de los éxitos en esta nueva etapa”.

Afirmó que la ceremonia “marca la culminación de una etapa importantísima en la vida de Arabeth Verania, Ana Paula, Janeth Alejandra, José Pablo, Marijosé, Laura, Monserrat, Javier, Yovanna Alexandra, Ana Paulina y Rafael Cuatláhuac”.

Por su parte, la doctora Ana Carolina Sepúlveda Vildósola, directora de la Facultad de Medicina, destacó que el objetivo de la LIBB “siempre ha sido el de formar investigadores desde el nivel de licenciatura, respondiendo a una necesidad histórica de fortalecer la ciencia básica en México”, aprovechando el talento y la infraestructura de las tres entidades sede.

“La multidisciplina, el trabajo en red y la formación de ambientes reales de investigación son pilares de este programa, que actualmente se encuentra en proceso de acreditación, lo que reafirma nuestro compromiso con la calidad, la evaluación continua y la mejora institucional”, señaló la doctora Sepúlveda Vildósola.

Detalló que la evaluación del plan de estudios “permitirá actualizar sus contenidos y enfoques pedagógicos de acuerdo con los retos presentes y futuros y mantener la licenciatura a la vanguardia en la formación de científicos”.

“Permítanme también ofrecer una felicitación especial a quien hoy recibe la Medalla Gabino Barreda, máximo reconocimiento al aprovechamiento académico. Este logro refleja no sólo excelencia intelectual, sino también disciplina, compromiso y pasión por la ciencia. Recibir esta medalla en una licenciatura tan rigurosa y demandante como la LIBB es un mérito extraordinario y representa un ejemplo para las generaciones venideras”, agregó la doctora Sepúlveda Vildósola.

Por su parte, el doctor Luis Bernardo Tovar y Romo, director del Instituto de Fisiología Celular, calificó a la LIBB —de la que también es egresado— como una experiencia única que no ofrece ninguna otra carrera en la Universidad, ya que “es la carrera que cada uno de nosotros hacemos mientras estamos en la licenciatura”.

Al dirigirse a los graduados mencionó que a lo largo de cuatro años han ido construyendo de manera individual su carrera científica, pero no han ido solos: “ustedes tienen una gran comunidad que los arropa, que los acompaña y que siempre está ahí para contestar sus preguntas. Sus mismas compañeras y compañeros, las personas con las que platican en los pasillos, colegas de otros laboratorios, sus tutores, sus tutoras, gente que han conocido a lo largo de estos cuatro años en los que han estudiado la carrera”. La construcción de comunidad es uno de los baluartes de la LIBB, expresó.

El doctor Tovar y Romo destacó que la generación 2021-2025 conoce la resiliencia, pues ingresaron a la LIBB en el contexto de una pandemia, y enfrentaron ese y otros retos con valor y decisión. “Yo les aplaudo mucho ese coraje que mostraron y esa decisión de manifestarse y decir ‘esto no está bien’. Ustedes levantaron la voz cuando otras generaciones no lo hicimos. Muchas felicidades por eso también”.

En su participación, el doctor Juan Miranda Ríos, coordinador de la licenciatura, dijo que durante la carrera aprendieron algo muy complejo y maravilloso a la vez: “aprendieron a pensar y hacer experimentos para contestar preguntas en el área de biomedicina”.

También les pidió ser agradecidos con sus familias, sus padres, la Universidad y el pueblo de México, por el privilegio de poder realizar sus estudios en la mejor universidad pública del país e hizo hincapié en la responsabilidad y el compromiso que por ello adquieren de poner a su servicio los conocimientos obtenidos.

A nombre de los tutores y profesores de la LIBB, el doctor Alejandro Zentella Dehesa, investigador del departamento de Medicina Genómica y Toxicología Ambiental del IIBO, destacó que la generación 49 realizó rotaciones en 33 laboratorios diferentes. “Esto quiere decir que se hicieron 33 diferentes carreras, como ya se ha mencionado. Esto no ocurre en cualquier lugar, es una subespecialización inmediata”.

Dijo que por la preparación extraordinaria que han recibido, en ellos descansa la responsabilidad de hacer investigación disruptiva; estudiar y proponer nuevas cosas para describir los mismos fenómenos, ser agentes de cambio capaces de resolver problemas en biomedicina y realizar investigación sobre enfermedades.

En representación de las y los integrantes de la generación 49, Janeth Alejandra García Rodríguez destacó que fueron una generación que ingresó en la pandemia y aunque la distancia los limitó físicamente no se frenó su voluntad de hacer comunidad.



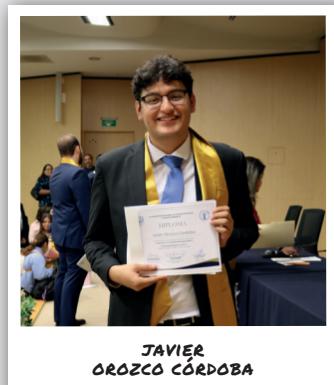
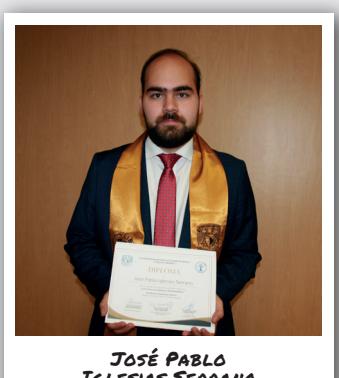
FRANCISCO
PINTA CASTRO

Destacó que en estos cuatro años ella y sus compañeros han dado pasos importantes en la consolidación de sus carreras científicas, como son: conseguir recursos para presentar investigaciones en congresos o para desarrollar proyectos de divulgación científica, y publicar artículos científicos.

“Llevan ya cuatro años haciéndole preguntas al mundo científico y ofreciendo a cambio fragmentos de luz. Lo que intento decir es que reconozco en ellos una madurez académica, una responsabilidad y una autonomía que excede lo que suele esperarse en el nivel de licenciatura”, dijo emocionada.

“Nos despedimos sabiendo que la ignorancia también es territorio fértil. Y tal vez sea precisamente eso lo que nos define como científicos: la incomodidad con lo dado o la vocación para dialogar con lo incierto”, finalizó. 

Egresados de la generación 2021-2025 de la LIBB





Patricia Ostrosky y Agnès Fleury, académicas honoraria y de nuevo ingreso de la ANMM

Keninseb García
Departamento de Prensa y Difusión, IIBO

En sesión solemne de ingreso de académicas y académicos, la doctora Patricia Ostrosky fue reconocida como socia honoraria de la Academia Nacional de Medicina de México (ANMM), mientras que la doctora Agnès Fleury recibió el diploma e insignia de ingreso como socia numeraria, ambas investigadoras del departamento de Medicina Genómica y Toxicología Ambiental del IIBO.

La categoría de académica honoraria, que le fue concedida a la doctora Patricia Ostrosky, se otorga a “profesionales distinguidos que hayan prestado grandes servicios a la Academia y a profesores o investigadores extranjeros de muy elevada reputación científica, cuya obra o enseñanza haya repercutido importantemente en la medicina”.

En tanto que la doctora Agnès Fleury, investigadora en la unidad periférica del IIBO en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez, ingresó al departamento de Medicina de la ANMM en el área de trabajo de Neurología.

En la ceremonia, el doctor David Kershenobich, secretario de Salud e integrante de la corporación, expresó que “la Academia Nacional de Medicina, fundada sobre los pilares de la excelencia científica, la integridad académica y el servicio a la sociedad, ha sido durante décadas el hogar intelectual de los médicos más distinguidos de nuestra nación. Cada generación de académicos aporta nuevas perspectivas, metodologías inno-

vadoras y visiones renovadas sobre los desafíos médicos. Hoy los nuevos académicos tienen la responsabilidad de garantizar que la Academia permanezca a la vanguardia del conocimiento médico”.

Posteriormente, el presidente de la Academia Nacional de Medicina, doctor Raúl Carrillo Esper, invitó a las y los académicos a defender, fomentar y difundir la medicina y la ciencia en todas sus áreas, y les recordó a los que ingresan como numerarios, la responsabilidad que adquieren, pues dijeron que son “recipientes del peso de la historia y de los derechos y obligaciones que significa ser parte de esta noble corporación”. Deseó que tengan una larga y fructífera trayectoria en la Academia, ya sea en la clínica, la administración pública, la docencia o la investigación; que sus aportaciones sean trascendentales para el bien común, para la medicina nacional y para la asociación.

A los académicos numerarios que pasan a ser titulares, el presidente de la Academia les agradeció su compromiso

y las contribuciones que han realizado desde su ingreso; mientras que sobre los académicos que fueron investidos como honorarios destacó que “se han distinguido con excelencia en sus diferentes cargos y son dignos representantes de nuestra Academia y de la medicina nacional”.

Al respecto consideró un honor el ingreso como académicos honorarios de las doctoras Raquel Gerson Cwlich y Patricia Ostrosky Shejet, así como de los doctores José Narro Robles, Manuel Ruiz de Chávez, Miguel Cruz López y Alejandro Treviño Becerra.

También resaltó el ingreso en esta misma categoría de los doctores Gianrico Farrugia, presidente y director ejecutivo de Mayo Clinic; Jarbas Barbosa da Silva, director de la Organización Panamericana de la Salud; y Drew Weissman, Premio Nobel de Fisiología o Medicina en 2023.

En seguida, en representación de las 19 personas que ingresaron a la ANMM como académicos numerarios, la doctora Agnès Fleury reconoció la relevancia de la Academia y expresó el compromiso de los nuevos integrantes para contribuir a su misión; además dijo que tienen la plena conciencia de que, más que un honor, su nombramiento representa un llamado a la acción.

Manifestó que a pesar de las diferentes regiones e instituciones del país de donde provienen y de sus diferentes trayectorias, los nuevos integrantes comparten la vocación de poner su experiencia y conocimientos al servicio de la salud en México, para hacer frente a las problemáticas derivadas de las situaciones complejas que se viven a nivel internacional y de los desafíos que se presentan al interior de nuestro país.

Destacó que, en ese sentido, “la función de la Academia Nacional de Medicina, que reúne a las voces más autorizadas en materia de salud, se vuelve crucial, teniendo la capacidad de ofrecer análisis rigurosos, propuestas equilibradas y opiniones fundamentadas para guiar la toma de decisiones en materia de salud, también participa en la formación de personal médico de alta calidad profesional, técnica y ética”.

“Tuve el privilegio de formarme en París, en el hospital de la Pitié-Salpêtrière, cuna de la neurología moderna. Llegué a México hace más de 30 años para realizar un segundo año de residencia en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía. Vine por un periodo corto, pero me quedé; más allá de razones personales, encontré aquí un país con retos, sí, pero también con una enorme riqueza humana y médica. Me di cuenta de que era posible ejercer una medicina profundamente humanista en instituciones públicas de excelencia que me permitieron crecer y aportar sin extrañar lo que había dejado atrás”, compartió.

Posteriormente, la maestra Rosa Amarilis Zárate Grajales, expresó su emoción y agradecimiento por ser la primera enfermera que ingresa a la ANMM en calidad de académica asociada, lo cual, dijo, “representa un doble reconocimiento al género y a la profesión; una profesión —la enfermería— caracterizada por ser abrumadoramente femenina”.

Destacó que con su ingreso a la ANMM nuestro país se suma a los pocos países de la región que han incorporado enfermeras a sus respectivas academias de medicina, reconociéndolas por sus trayectorias profesionales y por su labor estratégica en los sistemas de salud. Agregó que la inclusión del género femenino en la ciencia y tecnología ayudará a corregir desigualdades históricas y mejorar la calidad de la atención, la investigación y la educación.

La directora de la Facultad de Enfermería y Obstetricia de la UNAM afirmó que desde la Academia se deberá impulsar

el análisis y discusión de propuestas para atender el desafío de aumentar la matrícula en las escuelas de enfermería, crear nuevas plazas y mejorar las condiciones para la atención primaria, donde el rol ampliado de las enfermeras y el trabajo interprofesional sean un motor de cambio.

En su participación, el doctor José Narro Robles, felicitó por su admisión a los nuevos académicos honorarios, pues señaló que este nombramiento es resultado de sus méritos, la calidad de su trabajo y su compromiso. De las y los académicos de nuevo ingreso, destacó que su admisión es motivo de orgullo y su permanencia una distinción.

Afirmó que frente al panorama de incertidumbre y desazón a causa de la pobreza, desigualdad, exclusión, injusticia, violencia y el desapego al estado de derecho que se percibe en el mundo y en nuestro país, “nuestra Academia debe mantener en alto los principios de humanismo y la ética; contribuir en todo sentido a cuidar y mejorar la salud de la sociedad y asegurar que las dos dimensiones que le caracterizan, la de cuerpo colectivo y la de cada uno de sus integrantes, se preserve con los estándares más altos posibles”.

También invitó a los integrantes de la ANMM a mantener la unidad, el respeto a la pluralidad, la tolerancia y la razón; hacer valer el conocimiento, la verdad, la libertad, los valores laicos y el humanismo; así como colocar a la salud individual y colectiva como la más alta de las prioridades.

El recién nombrado académico honorario, doctor Drew Weissman, presentó la conferencia magistral “Nucleoside-modified mRNA-LNP Therapeutics”, en la que habló sobre la dirección hacia la que va el desarrollo de vacunas basadas en mRNA y qué nuevas terapéuticas se están evaluando, por ejemplo, para elaborar vacunas contra virus y bacterias. Destacó que, aunque la pandemia de COVID-19 dio gran auge de este tipo de desarrollos tecnológicos, el mRNA fue descubierto a principios de la década de 1960, la primera administración de mRNA en animales ocurrió en 1990 y desde esta década se han realizado ensayos clínicos, por lo que no debe considerarse como un nuevo desarrollo.

Por su parte, la doctora Patricia Clark, secretaria del Consejo de Salubridad General, dictó la Conferencia Magistral Dr. Miguel F. Jiménez, en la que habló de los aspectos en los que la investigación traslacional e innovación tecnológica, la enseñanza y la difusión de la medicina pueden actuar como vectores de transformación del sistema de salud, para favorecer la prevención y el diagnóstico oportuno de las enfermedades más frecuentes en el primer nivel de atención.

En su mensaje final, el doctor Kershenobich reconoció la labor del doctor Gianrico Farrugia en el campo de la “investigación traslacional que conecta los descubrimientos básicos con aplicaciones clínicas (...). En la salud pública el doctor Barbosa nos muestra cómo la Academia debe de ser una voz muy fuerte de donde emanen políticas de salud basadas en evidencia científica”, y agregó que en su presentación de la doctora Patricia Clark mostró que los desafíos epidemiológicos actuales y emergentes requieren de la participación activa de los académicos para formular estrategias preventivas que promuevan la equidad en salud.

“La academia ofrece a todos sus miembros una plataforma única para desarrollar su liderazgo académico, establecer colaboraciones fructíferas con colegas de diferentes especialidades y de esa manera contribuir a moldear el futuro de la medicina en nuestro país”, señaló el secretario de Salud. 

Hepatitis E, más allá del hígado

Incidencia

- De acuerdo con la OMS más de un tercio de la población mundial está expuesta al virus de hepatitis E, por lo que se estiman más de 20 millones de infecciones asintomáticas al año, aun cuando la infección está subdiagnosticada.
- En México se desconoce su incidencia y prevalencia, pero el grupo de la doctora Nora Fierro, del departamento de Inmunología del Instituto de Investigaciones Biomédicas, ha encontrado anticuerpos contra el virus de hepatitis E en 50 por ciento de pacientes con alteraciones hepáticas, principalmente personas obesas que han desarrollado fibrosis o cirrosis.



50%
PACIENTES CON
ALTERACIONES HEPÁTICAS

Vías de transmisión

- En países de escasos recursos, la principal vía de transmisión del virus de hepatitis E es mediante el consumo de agua y alimentos contaminados; en las regiones desarrolladas la transmisión ocurre principalmente por contacto con animales de granja y consumo de carne contaminada mal cocida. También se puede transmitir vía trasplante, por transfusión sanguínea y de madre a hijo durante el embarazo.
- No hay un tratamiento específico contra la infección y la única vacuna disponible se distribuye sólo en China y en África.
- En años recientes se ha demostrado que el virus de hepatitis E infecta otras células además de las del hígado y tiene una variedad de manifestaciones extrahepáticas que pueden presentarse sin alteraciones en el hígado; las más frecuentes incluyen alteraciones neurológicas (síndrome de Guillain-Barré, encefalitis, mielitis y amiotrofia neurológica), renales (glomerulonefritis) y cardíacas, (cardiopatías); el virus también puede atravesar la placenta y replicarse ahí.



Síntomas

- La infección por hepatitis E generalmente es aguda y autolimitada. Presenta síntomas generales, como dolor abdominal, fiebre, náuseas y vómito. No genera daño sobre el tejido infectado y no requiere tratamiento.
- Sin embargo, en grupos de riesgo, como personas inmunocomprometidas, pacientes trasplantados, en quimioterapia e infectados con VIH, la infección persiste, se vuelve crónica y puede generar fibrosis o cirrosis hepática en dos o tres años, por lo que en ellos es prioritario el diagnóstico. En mujeres embarazadas la infección aumenta el riesgo a desarrollar insuficiencia hepática aguda.

Ha reportado en México a los genotipos 1 (gt1) y 3 (gt3) en personas con enfermedad del hígado. El gt3 está vinculado con zoonosis y con la forma crónica de la infección. Estudios previos reportaron la circulación del genotipo 2 en el país.

En más de 10 años de investigaciones sobre los virus de hepatitis, el grupo de la doctora Nora Fierro ha realizado aportaciones importantes:



En el occidente del país, han identificado que hasta 70 por ciento de los cerdos destinados al consumo humano han estado en contacto con el virus.

En la hepatitis A, encontraron que más allá de ser un producto de desecho o un marcador de la función del hígado, la bilirrubina es capaz de controlar procesos inflamatorios, por eso ahora la están estudiando en el contexto de la hepatitis E para encontrar blancos terapéuticos de terapias exitosas.

Identificaron por primera vez en el mundo hepatitis E crónica por gt3 en pacientes con daño renal crónico, en ausencia de deterioro de la función del hígado y sin seroconversión.

En bancos de sangre han encontrado donadores con una infección activa, por eso están promoviendo que se hagan pruebas de rutina de detección de hepatitis E a todas las personas que donan sangre.

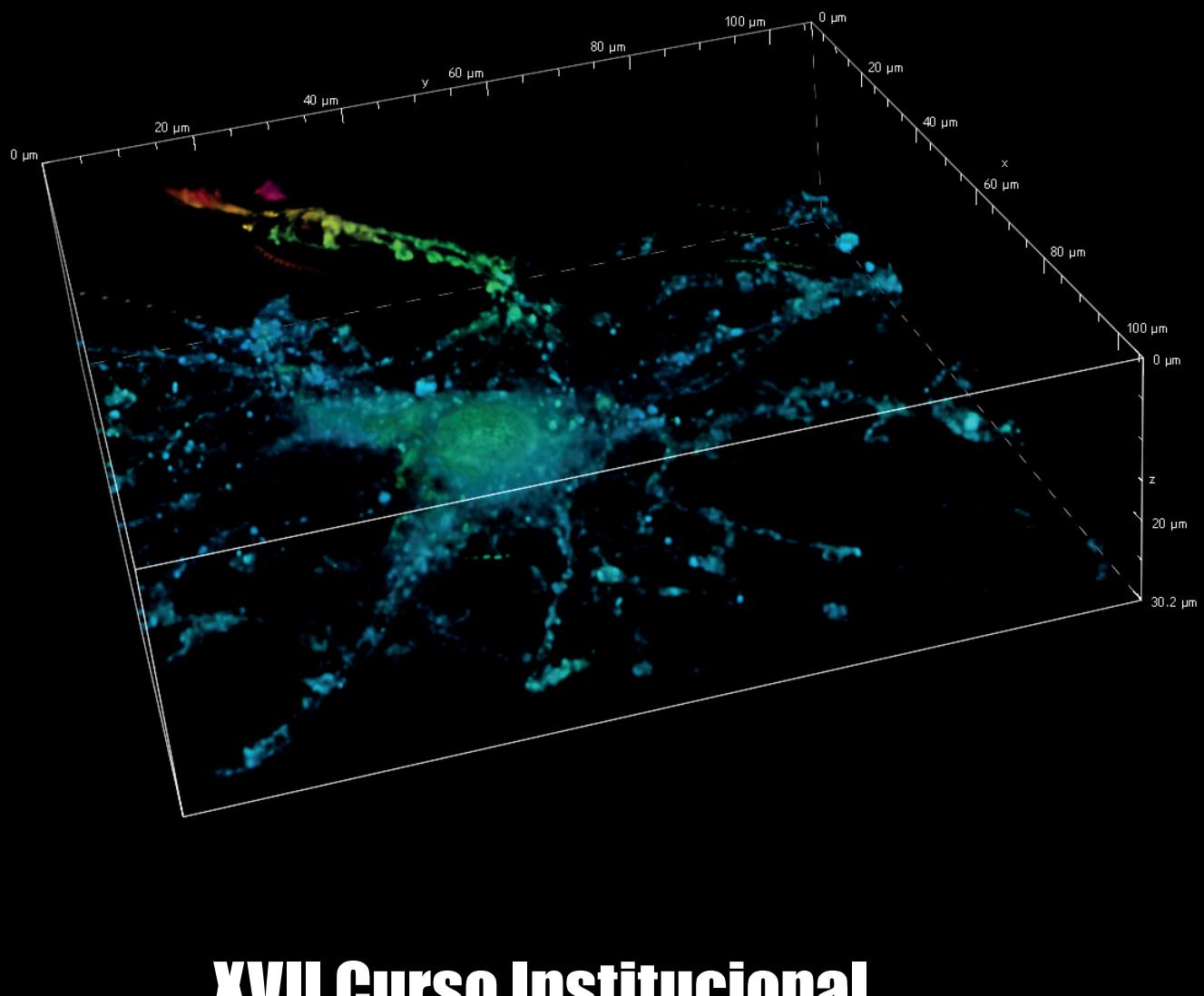
También ha identificado a la población pediátrica como un grupo de riesgo de coinfectarse con hepatitis A y E.

Están desarrollando una prueba de detección molecular de hepatitis E a partir de las variantes del virus que circulan en el país, pues las que hay disponibles en los laboratorios comerciales usan sistemas basados en las variantes que circulan en otras regiones. Esto facilitará el diagnóstico diferencial de la hepatitis E, principalmente en los casos en los que hay manifestaciones extrahepáticas.

*Es necesario construir guías específicas para el control de la infección en el país, que incluyan la identificación diferencial del virus y continuar con el estudio integral de esta infección.

Fuente: Olgún, S. & Fierro González, N. (2024) Hepatitis E, más allá del hígado. *Gaceta Biomédicas*, 29:9. <https://www.biomedicas.unam.mx/wp-content/gacetas/2024/octubre/pdf/x97709>

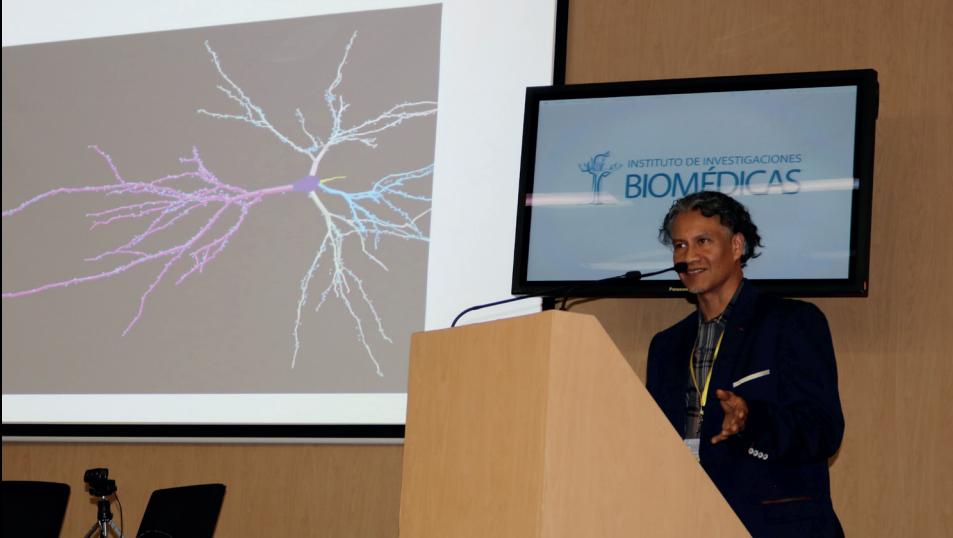
Elaboración: Keninseb García.
Diseño: Manuel Zepeda.



XVII Curso Institucional de Microscopía Óptica: Principios básicos, confocal, súper resolución y estereología

Miguel Tapia Rodríguez
Unidad de Microscopía IIBO

Como parte de su vocación educativa y de difusión, la Unidad de Microscopía del Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIBO) realizó el XVII Curso Institucional de Microscopía Óptica: Principios Básicos, Microscopía Confocal, Súper Resolución y Estereología del 21 al 29 de abril, con el objetivo de proporcionar los conocimientos actualizados de la microscopía óptica aplicada a sistemas biológicos a estudiantes, técnicos académicos, investigadores y profesionales del área de las ciencias biomédicas.

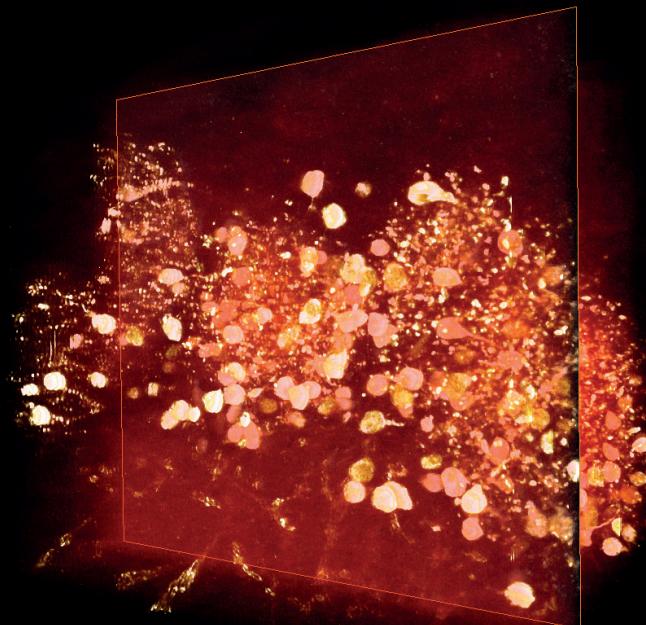


Desde 2010, el IIBO ha procurado realizar de manera periódica cursos teórico-prácticos de microscopía óptica, los cuales en sus últimas ediciones han sido de carácter anual y diseñados de manera modular para que el asistente tenga la opción de elegir aquella modalidad que le sea más conveniente, ya sea sólo teórica o teórico-práctica. De esta manera, el curso puede ser realizado completamente en modalidad presencial, o en modalidad híbrida cursando el módulo teórico de manera remota y la parte práctica de manera presencial. Como en las últimas ediciones, el módulo teórico se impartió en el Auditorio "Dr. Alfonso Escobar Izquierdo" en modalidad presencial y fue transmitido de manera virtual; su temario incluyó los principios básicos de la microscopía de campo claro, fluorescencia, confocal, super-resolución y estereología; así

como herramientas informáticas para la adquisición, visualización y análisis de imágenes digitales, y la difusión de técnicas ópticas novedosas, los cuales fueron abordados en varias sesiones teóricas. En su parte práctica modalidad A, la cual fue de manera presencial, se conformaron cinco grupos de cuatro asistentes que pudieron reforzar los conocimientos teóricos del curso referentes a la microscopía de campo claro, fluorescencia de campo amplio y microscopía confocal directamente en los equipos con los que cuenta la Unidad; en su modalidad B (presencial) cinco asistentes pudieron realizar además de las prácticas anteriores, algunas referentes a las técnicas de estereología, reconstrucción tridimensional asistida por computadora y un práctica de adquisición de microscopía de super resolución d-STORM.

Las sesiones teóricas estuvieron a cargo de las doctoras Julieta Mendoza, del Instituto Nacional de Pediatría, y Ruth Rincón, del Instituto de Fisiología Celular, de los doctores Gastón Contreras del Instituto de Ecología, Alejandro López del Instituto Nacional de Cancerología, Carlos Bastián de Nikon Instruments, el especialista Iván Campos, y el doctor Miguel Tapia, responsable de la Unidad del Instituto. Cabe mencionar que las charlas son actualizadas cada año por cada uno de los ponentes, lo que le da un valor agregado a cada edición del curso.

Además del curso anual de microscopía, la Unidad ofrece acceso a equipos de microscopía óptica tanto básicos como avanzados, como los microscopios Nikon Optiphot 2 (campo claro) y Olympus IX71 invertido equipado con fluorescencia de campo amplio y contraste de fase; equipos dedicados a estereología y reconstrucción asistida como los microscopios Nikon Labophot 2 y Olympus BX51-WI acoplado a una unidad de disco giratorio (DSU); así como al microscopio confocal Nikon A1R+ equipado además con iluminador TIRF, detectores estándar y espectral además de módulos de *live cell imaging* y microscopía de super resolución mediante localización de molécula única N-STORM. De igual manera, en la Unidad se proporciona asesoría para el análisis y edición de imágenes obtenidas por microscopía de campo claro, fluorescencia y confocal a través de distintos programas tanto de pago, como de acceso libre. ●



Interacciones entre tejidos durante el desarrollo. ¿Qué nos enseña el sistema respiratorio de la mosca?

Luis Eduardo Sánchez Cisneros
Estudiante del Doctorado en Ciencias Bioquímicas,
Departamento de Biología Celular y Fisiología, IIBO

El sistema respiratorio de los insectos está compuesto por una serie de tubos ramificados que permiten la llegada del oxígeno desde espiráculos en su superficie hasta cada órgano del cuerpo. Debido a su estructura tubular y a su intrincada distribución en el organismo, el sistema respiratorio de los insectos ha sido un modelo muy útil para estudiar otros tejidos ramificados, como el sistema vascular y el linfático, el riñón, glándulas mamarias y otros.

Un organismo modelo que ha sido de especial relevancia para el estudio de este sistema es la mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*), gracias a que cuenta con una gran diversidad de herramientas genéticas que permiten tanto visualizar tejidos mientras se desarrollan, como llevar a cabo experimentos de pérdida de función. Esto, unido al rápido ciclo de vida de las moscas (completado en 10 días) las hace perfectas para mantener y reproducir en el laboratorio. Así, se ha avanzado mucho en el estudio de la formación del sistema respiratorio en este organismo.

En la mosca, el sistema respiratorio surge a partir de la capa ectodérmica donde se forman un par de placas traqueales en cada segmento del embrión. Después de invadirse, estas placas comienzan a extender sus seis ramas primarias, las cuales tienen direcciones predefinidas. La direccionalidad e identidad de estas ramas está definida por varias señales, siendo la principal FGF (en la mosca llamado Branchless). Las células traqueales responden y migran hacia un gradiente de concentración de esta molécula, que en estadios tempranos se encuentra adelante de cada una de las ramas primarias. Durante su migración, las ramas anterior y posterior de cada segmento se fusionan con sus contrarias en los segmentos adyacentes formando un gran tubo individual, el tronco dorsal, que será la estructura principal del sistema respiratorio y se extenderá a lo largo del eje anteroposterior del embrión. Para este punto del desarrollo sólo las células de las puntas conservan su habilidad de responder a FGF, permitiendo que el sistema siga invadiendo y ramificándose hacia todos los tejidos del embrión.

A mediados del desarrollo embrionario, el tronco dorsal debe reposicionarse desde la zona ventrolateral del embrión hacia el lado dorsal (Figura 1A, B). Aunque lo clásicamente descrito es que las ramas dorsales ocasionan este movimiento al migrar hacia FGF, también hay ramas ventrales que están jalando al embrión hacia el lado opuesto, por lo que dicha explicación resulta insuficiente para entender este movimiento.

Utilizando marcadores fluorescentes para el sistema respiratorio y para la epidermis, observamos mediante microscopía *in vivo* que, durante el reposicionamiento del tronco dorsal, la epidermis también está migrando y elongándose hacia el extremo dorsal del embrión (Figura 1A, B). Interesados por la coordinación entre estos dos tejidos y tomando en cuenta su cercanía, nuestra principal hipótesis fue que había puntos de contacto entre estos tejidos, permitiendo que se desplacen de forma coordinada y protejan su integridad durante este movimiento.

Mediante inmunotinciones, microscopía confocal y electrónica, se llegó a la conclusión temprana de que las células traqueales extendían filopodios hasta alcanzar a las células tendón de la epidermis, las cuales se encuentran en mayor cercanía con el tronco dorsal. Debido a que las células tendón sostienen a los músculos y transmiten fuerzas mediante interacciones célula-matriz extracelular (ECM), era muy posible que el sistema respiratorio se sostuviera de la epidermis utilizando la ECM de las células tendón, y que este contacto se mantuviera durante todo el reposicionamiento.

Para probar lo anterior se realizaron experimentos de pérdida de función, afectando principalmente la relación entre ambos tejidos y la ECM que los separa. En un primer abordaje, se sobreexpresó una herramienta que nos permitió degradar la β integrina en las células traqueales. Puesto que las integrinas son el principal complejo de adhesión célula-ECM y que en mosca sólo existe una subunidad β , este experimento nos permitió inhibir la adhesión entre ambos tejidos y observar qué efectos tiene en su morfogénesis. Aunque el reposicionamiento de ambos siguió ocurriendo de forma aparentemente normal, observamos diferencias importantes en su desarrollo. El tronco dorsal se mostró con ondulaciones atípicas, aumentando

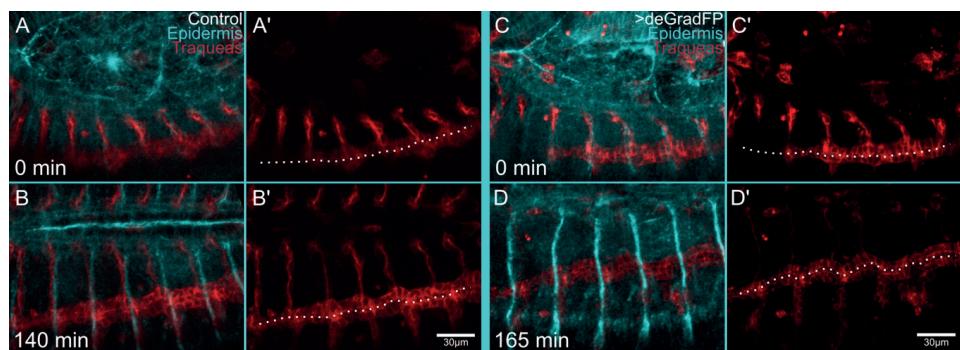


Figura 1. Microscopía *in vivo* durante el reposicionamiento de la epidermis (cian) y el tronco dorsal (rojo). Adaptado de Sánchez-Cisneros et al., 2025.

su longitud. Por otra parte, la epidermis mostró malformaciones durante su desplazamiento, además de que el cerrado dorsal tardó más en completarse (Figura 1C, D).

Como segundo abordaje, se hicieron manipulaciones en la epidermis. En este caso se sobreexpresaron metaloproteasas (MMP1 y MMP2) en las células tendón. Las metaloproteasas son proteínas que se secretan y tienen la función de degradar componentes de la ECM. Tomando en cuenta que las células tendón se localizan en líneas a lo largo de la epidermis (Figura 2) y que son el punto de contacto con el tronco dorsal, con este experimento se buscó degradar a la ECM sólo en los puntos específicos de contacto, y ver cómo esto podría afectar la morfología del tronco dorsal. Mediante microscopía *in vivo* se observó que el tronco comienza a ondularse durante la progresión del reposicionamiento, ocurriendo de forma similar cuando se sobreexpresa cada una de las metaloproteasas (Figura 2B, C). También, en ambas condiciones, los tejidos ocasionalmente perdían su coordinación.

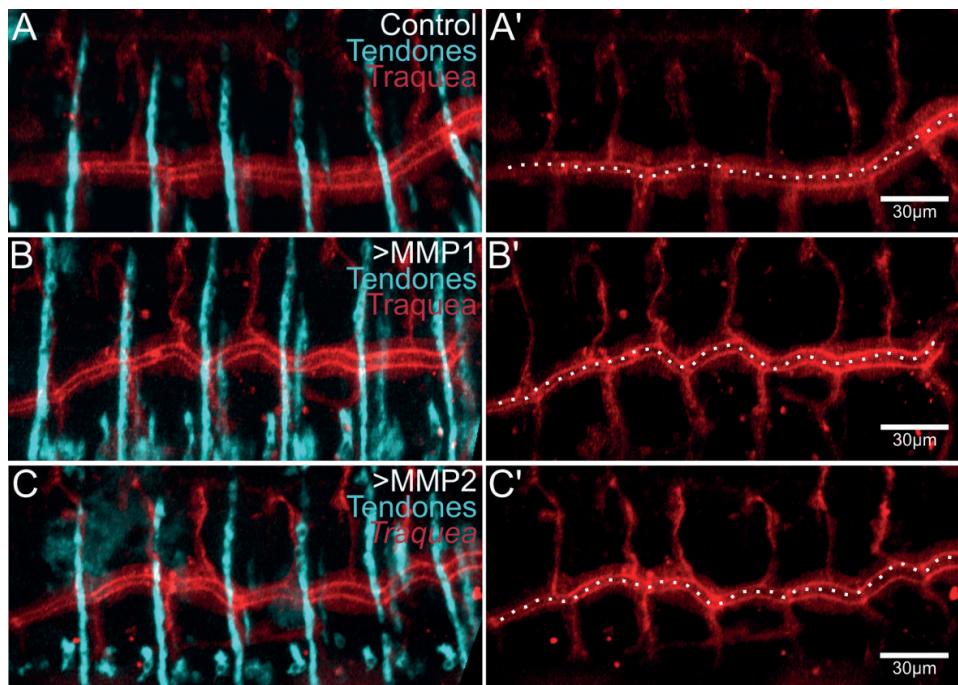


Figura 2. Efectos en el tronco dorsal (rojo) de degradar la matriz extracelular de las células tendón (cian).

Con estos experimentos se logró observar que manipular el desarrollo de un solo tejido (ya sea la epidermis o el sistema respiratorio) tiene repercusiones directas en el otro. Con esto se puede concluir que la coordinación entre estos tejidos es un factor importante durante su morfogénesis, ya que las fuerzas que ejercen entre ellos al mantenerse en contacto, ayudan a conservar la integridad de sus estructuras.

¿Por qué es importante el estudio de la interacción entre tejidos?

Una de las preguntas centrales de la biología del desarrollo es: ¿cómo los órganos toman forma? Debido a limitaciones técnicas, muchos trabajos se han enfocado a estudiar cada órgano como un tejido aislado, sin dar mucha importancia a conocer el origen de las señales bioquímicas y mecánicas que actúan en dicho tejido. Tomando en cuenta que el desarrollo embrionario es un proceso donde todos los órganos se desarrollan en el mismo espacio de manera perfectamente orquestada, estudiar la emergencia de forma órgano por órgano comienza a resultar insuficiente.

Aunque contestar este tipo de preguntas podría llegar a ser muy difícil en organismos como el ratón, la implementación de nuevas técnicas y el uso de modelos animales como la mosca de la fruta, más amigables para estudios *in vivo*, podría acercarnos más a resolver este cuestionamiento. En el laboratorio se trabaja para establecer la interacción entre tejidos como un tema de relevancia para la biología del desarrollo, que podría ayudar a entender tanto procesos celulares básicos, como a entender qué pasa cuando estos mecanismos se desregulan con consecuencias patológicas. ●

Referencias

1. Brown NH. et al. (2002) Talin Is Essential for Integrin Function in Drosophila. *Dev Cell* 3:569–579. [https://doi.org/10.1016/S1534-5807\(02\)00290-3](https://doi.org/10.1016/S1534-5807(02)00290-3)
2. Ebner A. et al. (2002) Tracheal development in *Drosophila melanogaster* as a model system for studying the development of a branched organ. *Gene* 287:55–66. [https://doi.org/10.1016/S0378-1119\(01\)00895-2](https://doi.org/10.1016/S0378-1119(01)00895-2)
3. Jia Q, Liu Y, Liu H. & Li S. (2014) Mmp1 and Mmp2 cooperatively induce Drosophila fat body cell dissociation with distinct roles. *Sci Rep* 4:7535. <https://doi.org/10.1038/srep07535>
4. Martin-Bermudo MD. (2000) Integrins modulate the Egfr signaling pathway to regulate tendon cell differentiation in the *Drosophila* embryo. *Development* 127:2607–2615. <https://doi.org/10.1242/dev.12.2607>
5. Sánchez-Cisneros LE, Frutis-Osorio MF, & Ríos-Barrera LD. (2025) A tale of two tissues: Patterning of the epidermis through morphogens and their role in establishing tracheal system organization. *Cells Dev*, 203998. <https://doi.org/10.1016/j.cdev.2025.203998>
6. Sánchez-Cisneros L. et al. (2025) Adhesion to a common ECM mediates interdependence in tissue morphogenesis in *Drosophila*. Preprint at <https://doi.org/10.1101/2025.03.15.643376>

Diversidades y disidencias genéricas en las universidades

Sonia Olguín
Departamento de Prensa y Difusión, IIBO

En el marco del Día Internacional contra la Homofobia, la Transfobia y la Bifobia (17 de mayo), le maestre Rubén Hernández (Rubí), responsable de la Dirección de Políticas de Igualdad y No Discriminación de la Coordinación para la Igualdad de Género de la UNAM, aseguró que “las diversidades y disidencias sexo genéricas somos parte de las universidades, somos integrantes de estas comunidades, siempre hemos existido, no somos una novedad histórica, somos existencias ancestrales y nuestra presencia se distribuye no solamente en las generaciones más jóvenes y en el sector escolar, sino en todos los ámbitos de la vida universitaria, somos parte del funcionariado, hacemos investigación, hacemos deportes, hacemos artes, hacemos docencia y trabajamos en el sector administrativo”.

Rubí Hernández compartió algunas reflexiones teóricas, éticas y políticas en torno a las diversidades y disidencias genéricas en la UNAM, durante el Seminario Institucional organizado por la Comisión de Igualdad de Género y las POC del IIBO. “Nuestra existencia y nuestro estatuto ontológico, trasciende a cualquier discurso que nos borre, que nos niegue, que nos invisibilice o que busque crear alguna narrativa patologizante o criminalizante de nuestras vidas”.

Señaló que a nivel internacional actualmente se confrontan ciertas narrativas entre las que destacó un bloque discursivo e ideológico que plantea un antagonismo ante la existencia de las diversidades y disidencias sexo genéricas, que se refiere “a nuestras existencias como enfermas, como criminales, como desviadas, o como incumplidoras de cierta noción de naturaleza de cómo tendríamos que ser las personas en función de nuestras características sexuales”. Esas narrativas, dijo, banalizan lo que está en juego cuando se habla de diversidades y disidencias, recalcó que “no se trata sólo del capricho de poderse vestir como sea, hablar como sea, de ser como sea, y aunque esto también es importante, la primera agenda, y la más importante de las disidencias sexuales y de género, es la agenda por la vida... que no siempre se ofrece de la misma forma para todos debido a las desigualdades sociales y estructurales del mundo”.

Diversidades y disidencias sexo genéricas

Explicó que cuando se habla de diversidades y disidencias sexo genéricas se hace referencia a personas cuyos cuerpos sexuados e identidades de género, expresiones de género y formas de construcción de sus vínculos eróticos, afectivos y sexuales, desafian o incumplen el binarismo cultural de género que forma parte del sistema patriarcal. “Con imaginario binario de género nos referimos a una construcción cultural, social, histórica, que plantea que solamente hay dos formas de vivir, el género y la sexualidad; y no significa que esté mal, lo que se cuestiona es el hecho de que se planteen como únicas y obligatorias formas de ser y estar en el mundo”.

Indicó que para poder construir una agenda de derechos humanos a favor de las poblaciones sexo-género-diversas en nuestro país, uno de los ejercicios básicos es su visibilidad, es decir, “señalar que no somos el producto de una noción discursiva del género, son personas, son materialmente existentes. Que yo tenga una perspectiva y una postura política, ética, subjetiva respecto de quién soy, le da un acento o un

matiz a mi ser, pero no soy menos real que las personas que no se ven como no binarias. Los ejercicios de visibilidad nos permiten darnos cuenta de que la diversidad es parte integrante y constitutiva del mundo”.

Mencionó que, de acuerdo con el INEGI, una de cada 20 personas en el país mayores de 15 años (al menos cinco millones) se reconoce como parte de la población LGBTIQ+. Mostró también un panorama nacional de la densidad de población LGBTIQ+ en el que se aprecia que los cinco estados con mayor número de personas disidentes de género son el Estado de México con 490 mil; la Ciudad de México con 311 mil; Veracruz con 308 mil, seguido por Jalisco con 298 mil y después Nuevo León en el que se contabilizaron 386 mil. Rubí Hernández, se dijo sorprendido de que estados famosos por tener poblaciones conservadoras, tienen un mayor número de población LGBTIQ+, “lo que ayuda a darnos cuenta de que existimos más allá de las narrativas y perspectivas anti derechos. De hecho, muchas niñeces trans o LGBTIQ+ nacen en familias conservadoras, lo cual muestra que nuestra vida, no es el influjo o no es resultado de una presión para devenir disidentes, sino que responde, pues, a una complejidad biopsicosocial y cultural que hay que entender”.



Enfatizó que cuando se habla de diversidades y disidencias sexo genéricas es fundamental saber que se hace referencia no sólo a conceptos sino a un conjunto de teorías encarnadas, es decir, corporalidades, subjetividades que no son reducibles a un glosario sobre las propias personas, de hecho, dijo, que cada mujer lesbiana, cada persona bisexual, gay, trans, no binaria, Q, etc., cada una tiene un concepto y una definición de lo que es esa sexualidad y esa construcción genérica. "Muchas personas vivimos una experiencia y a partir de ella vamos encontrando palabras para nombrar quiénes somos, y esas palabras no son definitivas, ni nos tendrían por que amarrar ni atar. De hecho, estas categorías son flexibles, movedizas, van cambiando también con los contextos históricos, ser bisexual hace 20 años, no significa necesariamente lo mismo que ser bisexual ahora".

Sobre la pregunta ¿qué disputamos las disidencias? Le ponente explicó que con su activismo buscan defender lo elemental que es la vida, porque México, dijo, sigue siendo el segundo país, después de Brasil, con mayor número de crímenes de odio que arrebatan la vida a las disidencias sexuales y de género.

Mencionó que la agenda de las disidencias también busca establecer una soberanía de sus cuerpos y sus proyectos de vida, es decir, "que las personas seamos quienes tenemos la posibilidad de decidir cuál es el proyecto que queremos construir en ese cuerpo, cómo queremos elaborar la vida en ese cuerpo a partir de qué decisiones".

Invitó a la reflexión sobre los sistemas de dominación y de desigualdad como el patriarcado, el racismo, la colonialidad, el capitalismo entre muchos otros, debido a que en su manera más extrema producen muerte violenta, no sólo a través de los crímenes de odio y los feminicidios; "también se le arrebata la vida a una persona históricamente subalternizada o puesta en una posición de desventaja y mediante la humillación, un cansancio extremo, un trabajo muy precario, sentir inseguridad en el espacio público, desarrollar alguna suerte de malestar emocional que incluso puede llevar a la ideación de quitarte la vida".

La razón por la que están en contra de estos sistemas de dominación, dijo, es por cómo comprometen la vida de quienes encarnan alguna disidencia, y agregó que el binarismo cultural de género "en términos de exigencia de que seamos de una manera muy específica, mujeres y hombres, y que no haya posibilidades de encarnar una sexualidad o un género con otras características, es una estructura que sanciona a las disidencias pero también a las mujeres y a los hombres que cumplen con esa normatividad, porque es una suerte de exigencia constante, continua, incesante, que si no se cumple, el sistema se lo reclama". Como ejemplo de las vigilancias que hace el sistema patriarcal hacia las mujeres, mencionó la vigilancia hacia su apariencia, "y no necesitan ser lesbianas, ni trans, ni estar en un supuesto disidente para que este sistema les esté mandando mensajes todo el tiempo respecto de las decisiones de su cuerpo, de su vestimenta, de su ser".

Por lo anterior, consideró que desmontar el sistema heteronormativo liberaría de las violencias no sólo a las disidencias sexuales y de género, sino a todas las personas. "La heterosexualidad como opción no es un problema, el hecho de que sea una prescripción para todos los cuerpos, la

convierte en la unidad de medida y la razón por la que también se puede violentar a quienes no cumplen con este proyecto".

Le maestre Hernández planteó como propuesta pasar de una estructura "de entender la vida en clave binaria a una visión mucho más espectral de quiénes somos, que incluye nuestros cuerpos, nuestras identidades, nuestras formas de expresarnos y la forma de construir nuestra sexualidad. La sexualidad como un espectro nos relaja y nos da la posibilidad de que cada persona pueda construir un proyecto de vida".

La reflexión humanista que se está construyendo, dijo, es que a las personas que han desafiado la asignación de género al nacer y se reconocen como mujeres trans, como hombres trans o como personas no binarias, no les cueste la vida o una injusticia, "porque cambiar de tu territorio no te hace ni mejor ni peor persona, no cambia tu valor como ser humano, esa es la paridad ontológica, la paridad de dignidad y de valor por el que estamos disputando".

Se refirió a la amplitud que tiene la comunidad LGBTIQ+ en la universidad, 5 mil 529 personas, distribuidas en al menos 144 instancias universitarias se consideran de la comunidad LGBTIQ+, según datos de la primera consulta universitaria sobre condiciones de igualdad de género de la UNAM realizada en 2022 y están distribuidas en todos los sectores de la Comunidad Universitaria: académico, administrativo y estudiantil.

Además, hizo hincapié en la importancia del respeto del pronombre elle, ya que dijo, 11.91 por ciento de la población LGBTIQ+ usa este pronombre para referirse a su persona, "así que no se trata de una razón gramatical, sino de reconocimiento de personas, encarnadas". Informó que desafortunadamente hay discriminación en la Universidad hacia las poblaciones LGBTIQ+; de las personas que participaron en esta consulta, 72.56 por ciento refieren haber vivido alguna forma de discriminación por razones de diversidad sexual y de género en la universidad, por eso se tienen que crear políticas para evitar esta situación. "Necesitamos más diagnósticos para visibilizar a nuestra población LGBTIQ+ y sus intersecciones. Necesitamos una digna representación. Si existimos, entonces tenemos que ser visibles, dignificadas, dignificadas y dignificadas, haciendo ciencia, haciendo deporte, haciendo artes, contribuyendo a la vida administrativa, si hay líderes, pues también liderando estos espacios".

Agregó que deben hacerse ajustes normativos y de procedimientos, como ejemplo mencionó procedimientos administrativos que piden apellido paterno y apellido materno, sin tomar en cuenta los casos en los que existen dos mamás o dos papás. "Tiene que moverse la normativa universitaria de tal suerte que todas las personas en las diferentes formas de vivir el género y la sexualidad que pamos y que eso no sea una concesión, sino sea realmente una transformación de la manera de hacer las cosas en una clave que no sea la binaria, sino sea espectral".

Consideró que se debe seguir trabajando en la sensibilización comunitaria para que estos temas no solo le interesen a la población LGBTIQ+, y para que haya espacios y actividades libres de discriminación, reconocimiento legal y social de las identidades de género; así como protocolos para actuar cada vez de manera más atinada y más adecuada ante cualquier situación de discriminación y violencia hacia esta población.

El uso de GPUs en la ciencia de datos

Omar Rangel-Rivera
Sección de Cómputo, IIBO-UNAM

En el origen del procesamiento de datos masivos, por allá de los años 90, junto con el surgimiento del Big Data, nació la necesidad de un procesamiento más eficiente dadas las enormes cantidades de datos que se estaban generando con la información capturada por sensores, almacenada en bancos de datos, etc.; al grado de que las grandes computadoras con potentes procesadores y enormes cantidades de memoria RAM no eran suficientes para procesar tanta información.

Ante esto, el cómputo distribuido comienza a ser una solución para intentar procesar los datos al ritmo que se generan; sin embargo, los altos costos de este esquema de procesamiento, y otros como las supercomputadoras, impactan en la producción científica que requiere tratar datos masivos para generar conocimiento.

Para el principio de la década de los 2000, los procesadores gráficos (GPUs) habían evolucionado a pasos agigantados debido al desarrollo acelerado de los videojuegos; sin embargo, los únicos beneficiados además de esta industria del entretenimiento eran los sistemas de procesamiento de imágenes, CAD, renderizado de videos, y otras operaciones con gráficos. Es entonces cuando los dos gigantes del desarrollo de GPUs, NVIDIA y AMD, liberan las dos herramientas básicas para el cómputo de propósito general con procesadores de video (GPGPU): el lenguaje de programación CUDA de NVIDIA y el kit de desarrollo de software Stream de AMD. Ambas abrieron a la ciencia de datos el universo de posibilidades que brinda el procesamiento masivo en paralelo, antes exclusivo de los enormes mainframes y supercomputadoras.

Actualmente, las aplicaciones del procesamiento con GPUs son ilimitadas, desde la edición de imágenes y videos, diseño de videojuegos, hasta el machine learning y la inteligencia artificial; sin embargo, no se prevé que lleguen a reemplazar a las Unidades de Procesamiento Central (CPU), ya que éstas se encargan de las tareas más básicas y comunes, como la gestión del sistema operativo y las aplicaciones de propósito general.

Dentro de las aplicaciones de mayor utilidad a la investigación y la ciencia, se

encuentra la programación, la cual también está aprovechando las bondades del cómputo con GPUs, explotando la potencia del procesamiento en paralelo y multitarea a través de herramientas y bibliotecas como TensorFlow y OpenCL, y lenguajes de programación como C++ y Python para crear aplicaciones más eficientes en el manejo de grandes volúmenes de información.

¿Cómo iniciar en el cómputo con GPU?

Para usar las bondades visuales que brinda una GPU, basta dotar a nuestro equipo de cómputo de una tarjeta de video

dedicada (exclusiva para ello) e inmediatamente nos daremos cuenta de las ventajas que representa tener una GPU para los elementos gráficos de nuestra computadora; sin embargo, iniciarse en el campo de la ciencia de datos con GPUs requiere de esfuerzo y dedicación, y de forma idónea dominar algún lenguaje de programación compatible con esta tecnología, que junto con las librerías y herramientas de desarrollo ofrecidas por los fabricantes y los algoritmos adecuados, nos permitirá beneficiarnos de la potencia y rendimiento del cómputo con unidades de procesamiento gráfico. ●

Más información:
<https://www.nvidia.com/es-la/drivers/what-is-gpu-computing/>

