

Coordinación de la Investigación Científica

Dr. William Henry Lee Alardín

Coordinador ~ desde diciembre de 2015

El Subsistema de la Investigación Científica (SIC) durante el año 2022 continuó con el retorno paulatino a las actividades presenciales y, aprovechando lo aprendido en los tiempos de trabajo virtual, logró alcanzar a muchos más en los diversos encuentros y actividades. Dicho retorno se dio en medio de olas de alzas de los contagios por COVID-19, en las que el virus para la mayoría de los ciudadanos resultó menos dañino, gracias a la vacunación y al “contagio de rebaño”. En este año la Unesco declaró que la humanidad alcanzó los ocho mil millones de habitantes y advirtió a la vez que, pese a todas las acciones para combatir la discriminación y la violencia por género, el lugar más inseguro para las mujeres, son sus hogares¹. Por otra parte, Rusia declara la guerra a Ucrania y las economías y suministros de las naciones ya tocados por los años de pandemia, vuelven a padecer y el síntoma de la inflación se extiende por todas partes. Mientras tanto el país siguió con el enfrentamiento entre dos modelos de concebir el quehacer de la política y de enfrentar la vida violenta en la que se ven sumidas varias regiones. En otro ámbito, emergieron tensiones entre los socios del Tratado comercial entre México, Estados Unidos de América y Canadá (TEMEC), como consecuencia de los temas energéticos y agrícola alimentario, además de las crisis por las presiones de la migración y las estrategias de los países para contenerla.

En este contexto, el SIC siguió en sus empeños diversos bajo las tensiones que lo aquejan, propias de las demandas modernas y antiguas sobre sus funciones, no obstante, son destacados los resultados en materia de investigación, docencia, divulgación y vinculación, como se irá describiendo en adelante. Las tensiones se vivieron, por ejemplo, entre poner énfasis en hacer investigación o buscar las aplicaciones de los resultados obtenidos en los temas de la agenda nacional; entre el trabajo individual propiciado por el modelo de evaluación o el trabajo en grupo necesario para el abordaje de temas complejos; o entre dos concepciones diferentes de Universidad, una como de la triple hélice y, la otra, la universidad que se rige por el paradigma de la sustentabilidad. La primera, concibe al conocimiento como un insumo que contribuye a la competitividad dentro de los mercados; la segunda, considera que el conocimiento

¹ Revisado en:

<https://www.unwomen.org/es/noticias/comunicado-de-prensa/2022/11/comunicado-de-prensa-de-acuerdo-con-un-nuevo-informe-sobre-femicidio-de-la-unodc-y-onu-mujeres-las-mujeres-y-las-ninas-corren-mas-riesgo-de-ser-asesinadas-en-el-hogar>

científico es un bien público al servicio de las poblaciones de las diferentes naciones y del cuidado del entorno.

Por otra parte, y con el propósito de enmarcar la importancia del SIC no sólo en el contexto nacional, sino también en el internacional, es pertinente señalar que, según los expertos, en América Latina (AL) existe un sistema de educación superior diverso y desigual, explica el doctor José Joaquín Brunner (en conferencia 2022²) en: orígenes, jurisprudencia, tamaños, organización, coberturas de áreas de conocimiento y niveles³, así como en los objetivos perseguidos, a la vez que se asocian con diferentes regiones como las universidades metropolitanas, regionales, estatales y nacionales, entre otras.

Advierte, además, que hay un claro predominio de la docencia como actividad fundamental, a partir de la cual se busca certificar los conocimientos, el desarrollo de habilidades y de competencias, así como la construcción de identidades profesionales. Adicionalmente, estas instituciones pueden ser públicas o privadas y se distribuyen al alumnado de manera equitativa (50% y 50%, respectivamente) sigue apuntando el experto.

En relación con la investigación, ésta está concentrada en pocas instituciones educativas, representan apenas 10% del total de las universidades de la región (Brunner, 2022).

En México, pese a los compromisos legales de invertir 1% del PIB en la investigación y desarrollo, el porcentaje no rebasó el 0.5% en 2010, año desde el que viene descendiendo para llegar en 2020 a 0.30%⁴ y 0.20% del PIB en 2022⁵.

En relación con la educación, el crecimiento de la población hizo crecer la demanda de estudiantes, junto con las vocaciones, el movimiento feminista que contribuyó al ingreso de las mujeres a la educación superior, la ilusión de movilidad social y, además, la concepción acerca de que la educación y la ciencia son un bien público capaz de paliar la pobreza, las desigualdades y caminar hacia la sostenibilidad de las regiones (sociedades del conocimiento) y como lo señala la Unesco, ambas, la educación y la ciencia, son parte de los derechos humanos básicos de las personas que habitan el planeta.

Así, que SIC es parte de ese escaso 10% de las instituciones de AL que hacen investigación, es de carácter público y nacional, por tanto, cuenta con financiamiento del Estado y tiene presencia en la mayor parte del territorio mexicano; y es también, una institución abocada a las funciones de docencia y divulgación de la cultura. Además, se ocupa de ofrecer diversos servicios a

² "Innovaciones Académicas en Tiempos Difíciles", presentada en el XX Encuentro de Formación Docente 2020 Innovar para Transformar. Ver: <https://www.youtube.com/watch?v=bHQvvlEprDA>

³ Técnico superior universitario, licenciatura, especialidad, maestría y doctorado. Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa (2019). Principales Cifras del Sistema Educativo Nacional. Secretaría de Educación Pública. En: https://www.planeacion.sep.gob.mx/Doc/estadistica_e_indicadores/principales_cifras/principales_cifras_2018_2019_bolsillo.pdf

⁴ Revisado en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?locations=MX>

⁵ Revisado en: Presupuesto Público Federal para la Función Ciencia, Tecnología e Innovación, Cámara de Diputados, LXV Legislatura <https://www.diputados.gob.mx/sedia/sia/se/SAE-ASS-09-22.pdf>

la sociedad como lo son el Servicio Sismológico Nacional y el Servicio Mareográfico Nacional, las colecciones de plantas y hongos, la oferta de museos de ciencia, laboratorios nacionales y tiene a su cargo el cuidado de reservas naturales, entre otros tantos. A la vez, atiende poblaciones de estudiantes de diferentes orígenes sociales, permite la movilidad académica, oferta estabilidad en el empleo, garantiza condiciones de libertad de cátedra y de investigación, amparadas en la autonomía universitaria; y, en consecuencia, entre sus funciones está velar y proteger los derechos humanos que resultan primarios para el desarrollo de los sujetos, los países y las regiones, ese es el tamaño del compromiso que el Subsistema año con año asume y atiende.

Los datos hasta aquí planteados dan idea de la importancia del SIC, pues forma parte de una comunidad con una gran responsabilidad, la generación de nuevo conocimiento creativo y, como podrá constatar, cuenta con condiciones muy favorables en el mercado laboral, ante lo que muchos expertos han denominado la precarización del trabajo académico, proceso que ha llevado a diversos actores de las IES a trabajar por proyectos, sin estabilidad laboral, sin seguridad social, ni contar con procesos de ascenso en la carrera, lo que sí es posible en el SIC. Es pues un mercado laboral académico privilegiado que se ha logrado tras una larga historia de logros académicos y luchas sociales.

El SIC responde también a la idea de la sociedad mexicana que sigue creyendo en la universidad pública como una herramienta para una vida mejor (Gil Antón, 2022⁶), lugar de encuentro de diferentes sectores sociales, de distintas tendencias políticas, de variados orígenes geográficos, de creencias religiosas, donde se aprende de feminismo y de su importancia para combatir la desigualdad, donde los alumnos se encuentran con otros diferentes, lo que es fundamental para construir sociedad, pues al aprender a los otros y cada uno advertirse como un otro, surge el respeto y el reconocimiento a la diversidad (Gil Antón, 2022); la universidad enseña a aprender a pensar con las herramientas de la ciencia, con sus teorías y conceptos, al mismo tiempo que se aprende a cuestionar y criticar, a debatir y a convencer, a hacer nuevas preguntas y procurar responderlas, aspectos sustantivos para construir ciudadanos y profesionales de la investigación; esto es la UNAM y el SIC, una institución que construye bienes comunes, que aportan bienestar. Adicionalmente, sus avances inciden, por ejemplo, en el ámbito de la salud pública, y en la definición de políticas públicas sobre medioambiente, ética, sociedad y economía.

COMPOSICIÓN

El SIC estuvo integrado en 2022, por 24 institutos y seis centros. Las entidades que se ubican geográficamente en la capital del país son 18 —en el campus de Ciudad Universitaria (CU)—, mientras que 12 están ubicadas en otros cinco estados de la República: Ensenada y San Pedro Mártir en Baja California; en Morelia, Michoacán; en Oaxaca, Oaxaca; en Juriquilla, Querétaro; y en Sisal, Yucatán. Las comunidades del SIC se agrupan en tres grandes áreas del conocimiento: Ciencias fisicomatemáticas (CFM), 13 entidades; Ciencias químico-biológicas

⁶ Podcast de Regina Reyes Heróles: "Crecer en la educación"

y de la salud (CQByS), 10 entidades; y Ciencias de la Tierra e ingeniería (CTel), siete entidades. Integran el SIC a su vez cinco programas universitarios: el de Investigación en Salud (PUIS) que fue recientemente transformado al Programa Universitario de Investigación sobre Riesgos Epidemiológicos y Emergentes (PUIREE), el de Alimentación Sostenible (PUAS), el de Investigación en Cambio Climático (PINCC), el Programa Espacial Universitario (PEU) y el Programa Universitario de Estudios Interdisciplinarios del Suelo (PUEIS).

Asimismo, son parte de la CIC, la Coordinación de Plataformas Oceanográficas (COPO) con sus dos buques: "El Puma", con base en Mazatlán, Sinaloa, y "El Justo Sierra", con base en Tuxpan, Veracruz; y la Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (SEREPSA), en Ciudad Universitaria.

A cargo de la Secretaría de Investigación y Desarrollo de la CIC están los Programas Universitarios ya mencionados y la Unidad de Proyectos Especiales en Apoyo a la Investigación y la Docencia (UPEID); esta última se integra, a su vez, por el Centro de Ciencias de la Complejidad (C3), el Laboratorio Internacional de Investigación sobre el Genoma Humano (LIIGH), la Red de Apoyo a la Investigación (RAI), así como el Centro de Estudios en Computación Avanzada (CECAv). El SIC tiene, además, 28 unidades, cuatro estaciones y cinco observatorios. En el ámbito de la divulgación cuenta con cinco museos

CRECIMIENTO INSTITUCIONAL

En el Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas (II-MAS) se inauguró el Laboratorio de Inteligencia Artificial y Alta Tecnología con el apoyo de la Rectoría de la UNAM, la Secretaría de Relaciones Exteriores y la empresa tecnológica Huawei.

El Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) estrenó nuevas instalaciones en el estado de Hidalgo, con el fin de estrechar la relación con el sector empresarial y generar proyectos de aplicación tecnológica que ofrezcan respuestas a las demandas de la industria. La primera sede foránea se ubica en las instalaciones del CITNOVA, dentro del Parque Científico y Tecnológico del estado, en San Agustín Tlaxiaca. Las autoridades del ICN destacaron que se trata es de impulsar tecnologías en los campos aeroespacial y de telecomunicaciones, crear un espacio que, a partir del inicio de la investigación, se vincule con las industrias y el estado.

Recientemente el rector Enrique Graue Wiechers signó el acuerdo que establece la creación del Programa Universitario de Investigación sobre Riesgos Epidemiológicos y Emergentes (PUIREE) que reemplaza al Programa Universitario de Investigación en Salud (PUIS). El objetivo del PUIREE será vigilar eventos epidemiológicos significativos para su alerta y análisis tempranos en el país, y coordinar las actividades universitarias para una respuesta temprana en circunstancias de riesgo epidémico. Entre las acciones previstas se incluyen: establecer mecanismos de vigilancia centinela de eventos sanitarios emergentes en el país, y su análisis y seguimiento en las entidades de la Universidad. Cabe destacar que el PUIREE contará con el apoyo de la Comisión Universitaria para la Atención de la Emergencia Coronavirus.

SERVICIOS

Durante 2022 los diversos servicios universitarios continuaron ofertando a los gobiernos y a la sociedad los beneficios de sus resultados y actividades. Destacan los servicios nacionales: el Sismológico, el Mareográfico, el Magnético, el de Clima Espacial, el de Radiación Solar y de Geodesia Satelital, así como la producción y resguardo de la información y los datos generados por los mismos, cuya responsabilidad es del Instituto de Geofísica (IGef) de la UNAM.

Por otra parte, el Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAyCC), proporciona servicios a la sociedad a través de bancos de información, modelos para pronósticos y redes de monitoreo de diversos contaminantes. Entre ellos están la Red Mexicana de Aerobiología (REMA), la Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos (RUOA), el Programa de Estaciones Meteorológicas del Bachillerato Universitario (PEMBU), y la Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales (UNIATMOS), así como los pronósticos meteorológicos de dispersión de contaminantes y de cenizas volcánicas del Popocatepetl; todos producen información de libre acceso que está disponible en la página web del ICAyCC (<https://www.atmosfera.unam.mx/>). Además, se apoyó el proceso de revalidación del Geoparque Mundial de la Unesco Comarca Minera.

La Unidad de Resonancia Magnética del Instituto de Neurobiología (INb) de la UNAM forma parte del Laboratorio Nacional de Imagenología por Resonancia Magnética (LANIREM) y cuenta con equipos de alta tecnología que permiten realizar estudios especializados para diferentes regiones del cuerpo humano. El moderno equipamiento y único en su clase en nuestro país, permiten realizar estudios de alta especialidad y además fortalecer la investigación de frontera en el desarrollo de métodos tempranos de diagnóstico de daño cerebral en niños con antecedentes de riesgo pre y perinatal, así como de otros proyectos de investigación de los académicos. Con estos instrumentos se extiende y mejora el servicio de salud a la comunidad de la región y permite realizar estudios de alta especialidad.

El Instituto de Biología (IB), resguarda las Colecciones Biológicas Nacionales que son esenciales para el estudio de la disciplina en el ámbito mundial, y proporciona los servicios asociados a las mismas. Salvaguarda también las colecciones de plantas vivas del Jardín Botánico, que es uno de los más antiguos e importantes de México y conserva especímenes vivos de más de mil especies de plantas mexicanas, a la vez que mantiene un intenso programa de difusión y educación dirigido a un público diverso. Asimismo el IB, en sus dos estaciones de campo, realiza estudios que contribuyen a la creación de nuevos modelos de conservación para los ecosistemas tropicales, indispensables para su protección. Científicas del Instituto de Física (IF) y del Instituto de Biología (IB), en conjunto con la Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTEI) de la Ciudad de México, instalaron la Cátedra Unesco de Diplomacia y Patrimonio de la Ciencia. Se instaló en el Pabellón Nacional de la Biodiversidad del IB y en su inauguración estuvieron presentes el coordinador de la Investigación Científica, y la subsecretaria de Asuntos Multilaterales y Derechos Humanos de la Secretaría de Relaciones Exteriores, quienes señalaron que la

Cátedra surge como un espacio interdisciplinario de investigación sobre la diplomacia desde y para la ciencia, dando así inicio a una etapa del largo aliento en materia de diplomacia científica.

La Unidad de Irradiación y Seguridad Radiológica del Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) mantiene un vínculo estrecho con varias dependencias de la UNAM y de otras universidades del país. Con esto se le da continuidad a los diferentes proyectos que involucran la investigación del comportamiento de materiales y equipos expuestos a un campo intenso de rayos gamma. Con el sector industrial se atienden las necesidades de esterilización de diversos productos.

El Instituto de Química (IQ) en conjunto con la Fundación Incide, A.C. pusieron en marcha una herramienta de búsqueda denominada "Espacio Químico: Radar Farmacéutico" en la que se podrá encontrar información especializada en mercado, ciencia, tecnología e innovación en las áreas de salud, química y biofarmacéutica, capaz de apoyar la toma de decisiones estratégicas a través de informes de vigilancia tecnológica que se publicarán de manera periódica. En el sitio <https://www.espacioquimico.unam.mx>, se incluyen artículos científicos, patentes, reportes empresariales de mercado, análisis de información temática y áreas de interés terapéutico.

Algunos de los reportes de los servicios antes descritos durante 2022 fueron:

Investigadores del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAYCC), destacaron que la contaminación natural por el polvo que llega de los desiertos, las cenizas que se esparcen después de una erupción volcánica o la quema de grandes extensiones de campo ocasionan afectaciones a la calidad del aire, las cuales se suman a la polución antropogénica que producen el transporte, la agricultura y las industrias. Datos de la ONU destacan que la contaminación atmosférica es el mayor riesgo ambiental para la salud humana y una de las principales causas evitables de muertes y enfermedades en el mundo, responsable, hasta 2016, de aproximadamente 6.5 millones de fallecimientos prematuros atribuidos a ese fenómeno en interiores y al aire libre.

Científicos del Instituto de Geofísica (IGef), en particular del Servicio Solarimétrico Mexicano, destacaron que este servicio es una fuente confiable de datos que se genera desde la UNAM para aprovechar la energía solar en México. Los datos permiten generar potencial solar térmico para la producción de electricidad, sistemas de calor de procesos industriales, investigación y desarrollo en materiales para el aprovechamiento de la energía y combustibles solares; en estados como Sonora y Chihuahua existe abundancia del recurso solar, con fuertes variaciones estacionales; en cambio hay otras zonas con gran cantidad de energía solar, como son las áridas de Puebla y Oaxaca y buena parte de Morelos, que son excelentes para la explotación del recurso a lo largo del año, destacaron los expertos.

Científicos del Servicio Sismológico Nacional (SSN) y del Servicio Mareográfico Nacional destacaron que el sismo del 19 de septiembre fue una coincidencia, y en conferencia de prensa a distancia, realizada en las instalaciones del SSN, ubicado en el Instituto de Geofísica (IGef), los expertos detallaron que el sis-

mo se suscitó en un sitio cercano al lugar donde el 19 de septiembre de 1985 ocurrió otro temblor de 8.1, cercano a la región de Colima. En esta ocasión se trató de un sismo de subducción —localizado a 63 kilómetros al sur de Coalcomán, Michoacán— donde la Placa de Cocos se desplazó bajo la Placa Norteamericana.

Un investigador del Instituto de Geofísica (IGef) y miembro del Consejo Mundial de Geoparques de la Unesco explicó que la “tarjeta verde” que se otorgó a los dos geoparques mexicanos impulsados por la UNAM: Comarca Minera, en Hidalgo, y Mixteca Alta, en Oaxaca, significa que ambos territorios cumplen con aspectos fundamentales: cuentan con buenas iniciativas que promueven el desarrollo local a través del geoturismo, educación, investigación y divulgación, que impactan de manera positiva en la población, entre otras cualidades. El proceso de revalidación del Programa de Geoparques de la Unesco ocurre cada cuatro años, sin embargo debido a la pandemia las evaluaciones se pospusieron en la primera fase en 2022. La Unesco se apoya en el Consejo Mundial de Geoparques, el cual se reunió en Satun, Tailandia. Ahí se revisaron más de 30 expedientes de diferentes países y se obtuvieron, para México, las dos revalidaciones.

Científicos de los institutos de Geología (IGI) y Geofísica (IGef) coincidieron en que es poco probable de que el sismo generado en Coalcomán, Michoacán reactive el volcán Popocatepetl, debido a que entre otras cosas su actividad ha sido regular.

DESCENTRALIZACIÓN

Los esfuerzos de descentralización de la ciencia a lo largo y ancho de la nación, por parte del Subsistema de la Investigación Científica, arrojan seis *campi* universitarios en los siguientes estados: Baja California, Ciudad de México, Michoacán, Morelos, Querétaro y Yucatán y, gracias a los esfuerzos del Instituto de Matemáticas, se tiene presencia también en el estado de Oaxaca.

Los esfuerzos de descentralización han logrado una planta académica de 1110 académicos [en 2020 había 1105] en los *campi* regionales; los investigadores sumaron 668 [2020: 664] y los técnicos académicos (TA) 442 [2020: 441]. Las cifras señaladas significan que 37.2% de los investigadores y 31.9% de los TA trabajan fuera de la capital del país.

La descentralización también se muestra con la presencia de 16 unidades regionales (en los estados), tres estaciones, dos observatorios, dos plataformas oceanográficas, abarcando 17 estados de la República Mexicana; y si se toman en cuenta las estaciones del Sismológico Nacional y la RUOA (Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos), se cubren los 32 estados.

El Instituto de Astronomía (IA) tiene tres sedes: dos son del Observatorio Astronómico Nacional, una en San Pedro Mártir, Baja California, y la otra en Tonantzintla, Puebla, además de la sede de Ensenada, B.C. El Instituto de Biología (IB) tiene a su cargo dos reservas, una en Los Tuxtlas, Veracruz y la otra en Chame-la, Jalisco; además, en Tlaxcala está Laboratorio Regional de Biodiversidad y

Cultivo de Tejidos Vegetales. El Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIBO) tiene la Estación Científica La Malinche en el Parque Nacional La Malinche, entre los estados de Tlaxcala y Puebla.

En el caso del Instituto de Biotecnología (IBt) está el Laboratorio Nacional para la Producción y Análisis de Moléculas y Medicamentos Biotecnológicos en Pachuca, Hidalgo. También en Hidalgo, el Instituto de Ciencias Nucleares (ICN), en 2022, inauguró una nueva sede que además de desarrollar las funciones sustantivas de la UNAM —docencia, investigación y divulgación— se abocará a la vinculación con la industria y la academia de la región, estratégicamente se instaló en el parque industrial CITNOVA (del Consejo de Ciencia, Tecnología e Innovación de Hidalgo). Por su parte, el Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT), tiene en Monterrey, Nuevo León, una parte del Laboratorio Nacional de Manufactura Aditiva y Digital (MADiT), cuya sede principal está en el campus CU.

El Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML) tiene dos unidades foráneas, la Unidad Académica en Mazatlán, Sinaloa y la Unidad Académica de Sistemas Arrecifales en Puerto Morelos, Quintana Roo, asimismo, cuenta con la Estación El Carmen en Ciudad del Carmen, Campeche. El Instituto de Ecología (IE) logra presencia fuera de la capital del país con una sede académica en la Estación Regional del Noreste (ERNO), en Hermosillo, Sonora. El Instituto de Geología (IGI) también tiene una sede en la ERNO.

El Instituto de Geofísica (IGef) tiene 10 laboratorios foráneos: el Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental (LUGA), el Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural (LIMNA), el Laboratorio Unidad de Geoquímica de Fluidos Geotérmicos (LUGFG) CEMIE_Geo-UNAM, el Laboratorio Unidad de Petrología Experimental (LUPE) CEMIE_Geo-UNAM, el Laboratorio Unidad de Microanálisis (LUMA) CEMIE_Geo-UNAM, el Laboratorio Unidad de Vulcanología y Granulometría (LUVG) CEMIE_Geo-UNAM, el Laboratorio Servicio Arqueomagnético Nacional (SAN), el Laboratorio de Petrografía (LPETRO), el Laboratorio de Análisis de Partículas y Separación de Minerales (LAPSM), y el Laboratorio de Electrónica-Sección Geofísica Aplicada (LEL), todos ellos en la Unidad Michoacán. Por otro lado, el Instituto de Geografía (IGg) y el Instituto de Matemáticas (IM) tienen sedes en Oaxaca, Oaxaca, el primero, la Unidad de Estudios Territoriales; el segundo, la Unidad Matemática.

El IM tiene, asimismo, una Unidad en Querétaro y otra en Cuernavaca. Por otro lado, el Instituto de Ingeniería (II) cuenta con tres sedes: la Unidad Juriquilla en Querétaro, una Unidad con los Laboratorios de Ingeniería y Procesos Costeros y el Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera en Sisal, Yucatán, y la Unidad Monterrey en Monterrey, Nuevo León. El Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM) tiene la Unidad Morelia en Michoacán. El Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas (IIMAS) cuenta en la Sierra de Pacal, Yucatán, con una Unidad Académica; el Instituto de Química (IQ) cuenta con el Laboratorio de Microscopía y Fuerza Atómica, ubicado en Toluca, Estado de México y, por último, el Instituto de Física (IF) construye LABChico, en el Geoparque Comarca Minera, laboratorio que realizará investigación básica y aplicada en física de frontera y con fines educativos en el estado de Hidalgo.

NUEVAS AUTORIDADES

Juan Carlos Hidalgo Cuéllar tomó posesión como director del Instituto de Ciencias Físicas (ICF) para el periodo 2022-2026. El nuevo director destacó que buscará mayor proyección del ICF hacia nuevas fronteras. El coordinador de la Investigación Científica, doctor William Lee Alardín, lo invitó a trabajar más en el tema de la equidad de género y buscar los equilibrios para que se muestre en talleres, acciones y en la planta de personal.

El Instituto de Matemáticas (IM) designó a Hortensia Galeana Sánchez como la nueva directora para el periodo 2022-2026. Se trata de la primera mujer al frente de la entidad universitaria en los casi 80 años de su existencia. El coordinador de la Investigación Científica le dio posesión del cargo y recalzó que el IM es una entidad sin la cual no se podría entender el desarrollo de las matemáticas en la UNAM y en el país.

La doctora Lucía Capra Pedol, directora del Centro de Geociencias (CGeo), fue designada por el rector de la UNAM, Enrique Graue Wiechers, para un segundo periodo (2022-2026) en el cargo. Durante la ceremonia en la que el coordinador de la Investigación Científica le dio posesión del cargo, se propuso un análisis colegiado para analizar la posibilidad de transformar el CGeo a instituto, actualmente en proceso.

La Junta de Gobierno designó a Luis Demetrio Miranda Gutiérrez director del Instituto de Química (IQ) para el periodo 2022-2026. A través de una ceremonia a distancia, el coordinador de la Investigación Científica le dio posesión del cargo. Miranda Gutiérrez destacó que entre sus prioridades se encuentran la alta productividad y mayores servicios para la industria nacional.

El coordinador de la Investigación Científica dio posesión a José Luis Aragón Vera en el cargo al frente del Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada (CFATA), para un segundo periodo (2022-2026). El doctor Aragón destacó que se mantendrá el equilibrio en las tareas de investigación básica, docencia, formación de recursos humanos y de difusión.

Francisco Xavier Soberón Mainero tomó posesión como nuevo coordinador General del Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) para el periodo 2022-2026. El coordinador de la Investigación Científica reconoció a Alejandro Frank Hoeflich, fundador y coordinador del Centro, de 2014 a 2022, por la visión y dedicación al consolidar la creación del Centro, que surgió como una idea en 2005, con el propósito de buscar nuevas formas de realizar investigación y ofrecer soluciones a los grandes desafíos de la sociedad.

PERSONAL ACADÉMICO

Perfil de la planta académica

La planta académica del SIC a finales de 2022 estuvo compuesta por 3179 individuos [2021: 3178], lo cual representa un incremento mínimo con respecto a 2021. Las explicaciones más probables para este escaso avance corresponden a la falta de recursos para crecer, porque la demanda por las plazas es sin

duda amplia. Los investigadores fueron 1785 [2021: 1794] y 1394 los técnicos académicos (TA) [2021: 1384].

Para dar una idea de la dimensión del SIC, que además de ser la comunidad científica más antigua del país, puede ser contrastada con el Sistema Nacional de Investigadores (SNI). En el ámbito nacional, el SNI contó con 36 544 académicos [2021: 37 178⁷]. Al cierre de 2022 el SIC, por sí solo, representó el 6% del total de integrantes del SNI; en tanto que la UNAM, en su conjunto, representó el 15% [un punto porcentual más alto que el año previo]. A su vez, dentro de los integrantes de la UNAM en el SNI, los académicos adscritos al SIC representaron el 42%. La edad promedio de los investigadores se mantuvo en relación con el año previo en 56 años y en los TA también se sostuvo en 52. Cuentan con nombramiento definitivo 1384 investigadores [77.5%], lo que destaca una condición de estabilidad en el empleo de la mayoría de este conjunto; en este caso sí hubo un leve aumento. En el caso de los técnicos académicos la población con definitividad disminuyó pasando de 991 a 985, y donde el porcentaje es de 70.7%. La estabilidad también se refleja en la antigüedad promedio, que se mantuvo en 23 años en los investigadores y en 21 años para los TA.

Los centros e institutos reportan considerables ascensos en la carrera académica de sus integrantes, y es que el mercado laboral del SIC es altamente competido porque ofrece un trabajo estable, con reglas claras para la promoción y compensaciones monetarias por mérito óptimas, entre otras tantas ventajas. Ingresar al SIC como investigador, supone tener una rigurosa y larga educación académica y contar con publicaciones que den cuenta de las capacidades de investigación. Se trata de un ámbito institucional en el que se abren escasas plazas al año, en promedio 40 anuales en los últimos 20 años —desde 2014, 35 académicos ingresaron gracias a las plazas liberadas por jubilación—, y en el que se deben tomar decisiones entre el crecimiento en CU y en los *campi* foráneos, entre rejuvenecer la planta académica y sostener a los académicos experimentados y altamente productivos. El ingreso pasó de integrar jóvenes investigadores con licenciatura en los años 70 —y a veces ni siquiera ésta— durante la masificación, a elegir preferentemente académicos con posdoctorado y publicaciones

Subprograma de Jóvenes Académicos de Carrera

Las plazas logradas en el Subprograma de Incorporación de Jóvenes Académicos de Carrera (SIJA) desde su creación hasta 2022 sumaron 259 [2021: 245], 196 investigadores y 63 TA [14 nuevos en el año]; las mujeres en las plazas de investigación fueron 120 y en las de TA fueron 33. El SIJA está asociado al Subprograma de Retiro Voluntario por Jubilación del Personal Académico de Carrera (REVOL-TC-DGAPA). Así, varias de las nuevas plazas se lograron, como se mencionó, gracias a las jubilaciones

⁷ Esta cifra difiere de la presentada en la memoria UNAM 2021, debido a los ajustes propios de las revisiones que el SNI lleva a cabo, ante la inconformidad de algunos postulantes sobre su evaluación.

Investigadoras e Investigadores por México del Conacyt

A la planta académica del SIC se suman los investigadores contratados a través del antes llamado Programa de Cátedras Conacyt y que ahora se conoce con el título Investigadoras e Investigadores por México, quienes para 2022 sumaron 99 [2021: 106]. En número disminuyó en siete participantes y específicamente el número de mujeres disminuyó en tres, de 44 a 41 [41.40%].

Becas Posdoctorales

Otro grupo que se suma a las tareas de investigación son los becarios posdoctorales, que en el periodo fueron 686 [2021: 590]; de éstos, financiados por DGAPA-UNAM fueron 326 [2021: 300] y con becas de Conacyt y otros sumaron 360 [2021: 290], la población femenina fue de 290 [2021: 227] [42.2%]. En relación con el año 2021 se tuvieron 96 posdoctorales más, es decir que crecieron 16.27%. Este subconjunto representa 26.6% de los 2570 investigadores integrantes del SIC —considerando a los investigadores de la planta académica, posdoctorales e Investigadoras e Investigadores por México del Conacyt—.

Avances en el tema de género

El SIC y la Coordinación de la Investigación Científica, de acuerdo con los lineamientos de la UNAM en la materia, llevaron a cabo diversos esfuerzos para combatir la desigualdad en el ingreso de las mujeres al mercado laboral que representa el Subsistema, al mismo tiempo que establecieron estrategias para vigilar los criterios en el ascenso de la carrera académica, también pusieron especial atención en los ingresos del Programa Investigadoras e Investigadores por México del Conacyt y los posdoctorantes, en cuyos rangos los porcentajes de mujeres son mucho mayores que los que prevalecen en la planta académica. Adicionalmente, varios fueron los empeños por atender la violencia de género y las acciones para generar conciencia sobre este fenómeno social que perjudica la vida académica y evita mayores avances en los resultados globales y una convivencia sana.

Destaca el trabajo continuo de las comisiones de igualdad de género en todos los centros e institutos del SIC, ya sea organizando conferencias, cine debates, pláticas, estableciendo lineamientos, capacitándose en el tema y aprendiendo de los protocolos a seguir conforme a las circunstancias que se presenten.

Para 2022, la población femenina de la planta académica fue de 35.5%, creció en dos décimas: las investigadoras representaron 29.1% y las técnicas académicas 43.6%. Este ritmo de crecimiento es a todas luces insuficientes para lograr la igualdad, de ahí que se requiera diseñar estrategias de equidad más efectivas. En tanto, en el Programa Investigadoras e Investigadores por México del Conacyt las mujeres fueron 41.4% y en los posdoctorales 42.2%, porcentajes esperanzadores para el futuro del SIC. Las plazas de mujeres logradas a través del Subprograma de Incorporación de Jóvenes Académicos de Carrera (SIJA) fue de 153 [en 2021: 101], 120 investigadoras y 33 técnicas académicas, lo que equivale a 59% de los 250 SIJA totales, este dato es alentador en lo que a equidad de género se refiere, y contrasta la tendencia histórica del SIC en el que se incorporan más mujeres como TA que como investigadoras.

Algunas de las acciones destacadas por la prensa académica en 2022 fueron las siguientes:

En el marco del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, científicas de los Institutos de Ingeniería (II), Astronomía (IA), Matemáticas (IM) y Ecología (IE) destacaron la importancia de fomentar la participación de niñas y adolescentes en la ciencia, de forma particular en las denominadas STEM, tecnología, ingeniería y matemáticas, áreas en las cuales hay poca participación de las mujeres. Según la Unesco sólo 30% de investigadores científicos en el mundo son mujeres. Enfatizaron que también se requiere reforzar los apoyos que ofrecen las instituciones a las investigadoras a través, por ejemplo, de guarderías próximas a los centros de investigación.

También en esta fecha, el Museo de las Ciencias Universum y el gobierno de la Ciudad de México realizaron con niñas estudiantes de educación secundaria un recorrido guiado por el recinto. Las autoridades de la UNAM destacaron que Universum busca que niñas y jóvenes se involucren en la ciencia y sean protagonistas del desarrollo tecnológico.

Asimismo, en el marco de esta conmemoración, cinco investigadoras del Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) interactuaron con niños que forman parte del Programa Adopte un Talento (PAUTA). Las científicas apoyan la idea de que las niñas y las mujeres desempeñan un papel fundamental en las comunidades de ciencia y tecnología, por lo que su participación debe fortalecerse. Destacaron que las mujeres son agentes de cambio y protagonistas, porque cuentan con toda la capacidad para realizar cualquier actividad científica y la ciencia no tiene género.

Investigadoras del Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIBO) han cambiado la vida de cientos de niñas tlaxcaltecas con el programa "Niñas con-Ciencia" que se implementó en esa región desde hace cinco años. En el marco del Día Internacional de la Niña, encargadas de la Unidad Foránea Tlaxcala destacaron los resultados positivos del programa en el que participan 20 investigadoras y profesoras, quienes además imparten un curso en línea llamado "Ciencia y naturaleza", el cual se ofrece para las escuelas públicas y privadas de la entidad. Mediante esta iniciativa las académicas buscan ofrecer una opción para que las niñas aspiren a un mejor futuro y motivarlas a que desarrollen sus ideas de manera libre y tengan la capacidad de expresarlas.

El astrónomo Juan Carlos Hidalgo Cuéllar, director del Instituto de Ciencias Físicas (ICF), destacó que dicha entidad académica debe ser referente en la investigación de la Física, porque es un instituto donde se realizan estos estudios y se busca la vinculación entre esta disciplina y la sociedad. Uno de sus retos es trabajar en la equidad de género, especialmente en la prevención, toda vez que el área de física es ocupada mayoritariamente por personal masculino, precisó que hay cambios que se deben implementar.

Habilitación de los cuerpos académicos, estímulos

En relación con los grados académicos y las distinciones, 99.3% de los investigadores tiene el grado de doctor, los TA el 29.1%. Vale la pena hacer notar que

el número de técnicos con maestría [537] es mayor que aquéllos con licenciatura [396], tendencia que se sostiene a partir de 2013. Referente a los estímulos, en el subconjunto de los investigadores el 91.8% pertenece al Programa de Primas al Desempeño del Personal Académico de Tiempo Completo (PRIDE) de la UNAM y en el caso de los TA el 88.5%.

Evaluación

Ante los cambios en el modelo de evaluación en el interior del SIC, vale la pena contextualizar y detenernos en los antecedentes del modelo de evaluación que se intenta transformar: a partir de que, en 1984, se creara el Sistema Nacional de Investigadores y se produjera un cambio de modelo, que consistió en considerar a la investigación científica como una tarea capaz de producir a semejanza de la organización empresarial y, entonces, esa producción debía ser medible para valorar la relación entre costos y beneficios. Fueron las publicaciones en revistas arbitradas e indizadas internacionalmente la manera de valorar dicha producción —no obstante que la ciencia es capaz de producir múltiples resultados de diferente índole—. El objetivo de esa evaluación fue que la investigación científica ya no se subsidiaba más de manera generalizada, sino sólo a aquellos que alcanzaran ciertos méritos (Gil Antón, 2022⁸). Para alcanzar tal objetivo, se estratificó a los investigadores, primero entre los que aceptaban ingresar al SNI y los que no, después dentro de los que participan, quienes fueron segmentados en cinco categorías conforme a los parámetros de productividad.

Las publicaciones se asociaron al pago por méritos y prestigios, tanto internamente como externamente a la Universidad, y éstos a montos según los niveles alcanzados. Dentro de la UNAM se establecieron a través del PRIDE con los niveles A, B, C o D y externamente con el SNI bajo las categorías de candidato, I, II, III y emérito.

Dentro de los efectos no esperados de la estratificación del cuerpo académico y de sus prestigios, y que se tomara en cuenta sólo lo medible y cuantificable, únicamente logran ser parte de la estratificación quienes trabajaban sobre temas de la ciencia hegemónica y no en investigaciones con impactos, pues por ejemplo, la producción de las patentes sigue una lógica contraria a la publicación internacional y debe, por el contrario, mientras se logra la patente, guardar secrecía; empero tampoco podían publicar aquellos académicos que van por ejemplo, en sentido contrario a la idea de que el cambio climático es sólo resultado de la actividad humana y entonces en la medida en que no coinciden con las posturas de la mayoría de las revistas abocadas al tema, sencillamente no logran publicar. Los resultados de investigaciones que salvan vidas o que contribuyen a solucionar problemas específicos de ciertos sectores no son parte del mercado de prestigios que el modelo de evaluación actual considera; tampoco lo son las investigaciones que siguiendo una vertiente y se topan con que no era el camino adecuado, evitando que otros lo vuelvan a transitar, este es un

⁸ XVI Curso Interinstitucional. Sesión 12. La naturaleza del trabajo académico. Revisado en: <https://www.youtube.com/watch?v=qDPRTwQ5mwo>

resultado valioso para la ciencia, pero no para su sistema de evaluación actual, pues no son cuantificables, “si no podemos valorar lo importante, lo que es valioso, acabaremos por medir solo lo que es cuantificable” (Gil Antón, 2022⁹)¹⁰.

Los investigadores se ven tensionados entre publicar rápido y en poder hacer una investigación que discute, se toma tiempo para el análisis, la lectura extendida y la redacción reflexiva o que se dedica a las búsquedas que llevarán años antes de obtener resultados (*Science Slow*). En el ámbito de los resultados, las tensiones se vivieron entre una evaluación del quehacer científico cualitativa o una cuantitativa. En relación con la evaluación dirigida a los académicos, se advierte una nueva tendencia que comienza a reconocer como válidos viejos resultados que habían sido marginados y también a registrar nuevos esfuerzos académicos para ser contemplados, dichos cambios se inscriben en el paso de la evaluación cuantitativa a la cualitativa, a los empeños de las investigaciones por el desarrollo nacional e institucional, entre otras tendencias. El nuevo sistema de evaluación que parece instaurarse encontró aún muchas resistencias y su avance es lento.

Sistema Nacional de Investigadores

Los investigadores pertenecientes al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) en 2022 fueron 1673 [2021: 1653], es decir 93.7%, de los cuales nivel III o Eméritos fueron 550 [2021: 505], cifra que representa 32.8% del total; en lo referente a los TA fueron 231 [2021: 215] y uno de ellos con nivel III.

Premios y distinciones

Para 2022 las comunidades del SIC informan obtener 594 galardones [2021: 382], cuya distribución fue la siguiente: 81 premios, 202 distinciones, 169 reconocimiento, 114 medallas y un doctorado *Honoris causa*. De todos éstos, de carácter internacional fueron 139 [23.4%]. Asimismo, sus alumnos recibieron 26 distinciones. Algunos de los premios destacados por la prensa académica.

El doctor Josué David Mota Morales, investigador del Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada (CFATA), fue acreedor al Reconocimiento Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos (RDUNJA) 2022 en el área de Ciencias Naturales. El doctor Mota Morales ha logrado alcanzar un reconocimiento internacional indiscutible y ha marcado tendencia en el uso de los líquidos eutécticos en la síntesis de diversos materiales poliméricos y compuestos usando conceptos de química sustentable.

En el Instituto de Ciencias Nucleares (ICN), la doctora Alicia Negrón recibió el Premio a la Mujer, mientras que el World Knowledge Summit la distinguió con el International Recognition. El doctor Gustavo Medina Tanco fue reconocido

⁹ Presentación | Modelo de evaluación diagnóstica, formativa e integral (MEDFI) 2022. Revisado en <https://www.youtube.com/watch?v=qDPRTwQ5mwo>

¹⁰ Buendía, A., García Salord, S., Grediaga, R., Landesman, M., Rodríguez-Gómez, R., Rondero, N., Rueda, M., Vera, H. (2017) Queríamos evaluar y terminamos contando: alternativas para la evaluación del trabajo académico. *Sociológica*, vol. 32, núm. 92, septiembre-diciembre. p. 309-326. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco.

con la Medalla Águila de Oro Líderes Globales 2022, mientras que la International Astronautical Academy lo nombró miembro pleno de esta asociación. El doctor Alejandro Ayala recibió el Premio a la Investigación 2022 de la Sociedad Mexicana de Física.

La American Academy of Arts and Sciences, de Estados Unidos de América designó a la doctora Susana Aurora Magallón Puebla, directora del Instituto de Biología (IB), como miembro de dicha asociación, de la cual forman parte 261 personalidades que se integraron en 2022 a este centro de investigación.

Académicos del Instituto de Fisiología celular (IFC) recibieron premios, reconocimientos y distinciones: el premio Canifarma le fue otorgado a la doctora Lourdes Massieu; el premio Aida Weiss PUIS-UNAM a la doctora Victoria Chagoya; el doctor Jaime Mas fue nombrado Investigador Nacional Emérito del SNI; los doctores Susana Castro e Iván Velasco obtuvieron el premio Pew Innovative Fund; la doctora Violeta López fue reconocida con el 2022 NARSAD Young Investigator Grant; el doctor Román Rossi obtuvo el Early Career Award, entre otros.

Dos jóvenes investigadoras del Subsistema de la Investigación Científica obtuvieron la Beca para las Mujeres en la Ciencia L'Oréal-Unesco-AMC 2022, con este apoyo podrán continuar con sus investigaciones. Se trató de Gabriela Hurtado Alvarado, del Departamento de Biología Celular y Fisiología del Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIBO) con el proyecto "Retrasar el inicio de la fase de sueño altera el metabolismo de la glucosa: la participación del reloj biológico". Su estudio tiene como objetivo identificar cuáles son los efectos de no dormir bien sobre el núcleo supraquiasmático. En el área de Ciencias Naturales fueron distinguidas: Diana Leticia Salcedo Oropeza, del Instituto de Biología (IB) en conjunto con Elizabeth Bautista Rodríguez, de la Facultad de Biotecnología de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla.

El investigador Carles Canet Miquel del Instituto de Geofísica (IGef) fue designado miembro ordinario del Consejo Mundial de Geoparques de la Unesco. Con este nombramiento se espera que la labor en la instancia internacional aumente el potencial para desarrollar proyectos de sostenibilidad en México relacionados con el programa de geoparques. Canet Miquel es coordinador científico del Geoparque Comarca Minera, en Hidalgo, reconocido a partir de 2017 como Geoparque Mundial por la Unesco.

También del IGef, la investigadora Xyoli Pérez Campos fue designada como directora del Sistema Internacional de Vigilancia, de la Organización del Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares (CTBTO) con sede en Viena, Austria.

El Instituto de Geología (IGI) obtuvo el Premio del Día Mundial del Suelo Rey Bhumibol, por los trabajos realizados a través del proyecto de divulgación Suelox. Esta iniciativa de la Alianza Mundial por el Suelo (GSP) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), reconoce a las personas o instituciones que fomentan el saber público sobre los suelos, mediante la organización de actividades de alto impacto durante el Día Mundial del Suelo celebrado cada año el día 5 de diciembre. Dicho proyecto tuvo

diversas actividades de divulgación organizadas para la ocasión, cuyo tema central fue "Detener la salinización del suelo e impulsar su productividad". Los científicos recibieron del Ministerio de Agricultura de Tailandia una medalla y estímulo económico para continuar con sus investigaciones y seguir fomentando el buen manejo del suelo.

En el Instituto de Geografía (IGg) la doctora Irasema Alcántara Ayala recibió el Premio de la Academia de Ciencias para el Mundo en Desarrollo (TWAS), en la categoría de ciencias sociales, por sus aportes a la investigación integrada del riesgo de desastres.

Investigadores del Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA) fueron reconocidos por el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del estado de Michoacán con el Premio Estatal de Ciencia, y por la Sociedad Latinoamericana de Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial (SELPER) debido a su destacada trayectoria en la Sociedad.

El investigador del Instituto de Ingeniería (II) Sergio Alcocer Martínez de Castro, experto en ingeniería estructural y sísmica, recibió la primera edición de la Medalla Roberto Meli Piralla que otorga la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, en el marco de su XXIII Congreso Nacional. Este reconocimiento distingue a profesionales quienes a través de la implementación práctica de soluciones innovadoras a esa disciplina han realizado contribuciones significativas en beneficio del país.

En el Instituto de Matemáticas (IM), los doctores María Emilia Caballero, Hortensia Galeana, Alejandro Illanes y Jorge Urrutia fueron reconocidos en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) como Investigadores Eméritos. Con estas distinciones, el Instituto de Matemáticas suma nueve eméritos del SNI.

Científicos del Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT) diseñaron un sistema de electrocardiografía portátil de bajo costo basado en inteligencia artificial que detecte latidos irregulares del corazón, como bradicardias y taquicardias, con alta sensibilidad y especificidad. Por este diseño obtuvieron el premio LARA (Latin America Research Awards) 2021, que otorga la compañía Google.

En el Centro de Nanociencias y Nanotecnologías (CNyN), al doctor Rafael Vázquez Duhalt le fue otorgada la distinción Investigador Nacional Emérito.

La UNAM confirió 12 doctorados *Honoris causa*. Destaca el otorgado al científico del Instituto de Biotecnología (IBt), Lourival Domingos Possani Postay del Departamento de Biología Molecular del IBt por su contribución a la descripción de un fenómeno de auto-oxidación de la hemoglobina humana, el aislamiento y caracterización del receptor a acetilcolina; la más relevante es en el campo de la toxicología, al describir la estructura y función de las toxinas del veneno de alacranes. Cuenta con 95 patentes depositadas, 56 de ellas aprobadas, y la mayor parte son internacionales. En el caso del doctor Agustín López Munguía Canales, le fue concedido el reconocimiento como investigador Emérito por la Universidad Nacional Autónoma de México, asimismo, la doctora Susana López y el doctor Carlos Arias se hicieron acreedores al

Premio Luis Elizondo al Sentido Humano 2022, en la categoría Científico y Tecnológico al Sentido Humano. A la vez, cuatro investigadoras y cuatro investigadores del Instituto se hicieron acreedores a la Distinción de Investigador Emérito del Sistema Nacional de Investigadores del Conacyt. Finalmente, el doctor Octavio Tonatiuh Ramírez Reivich fue nombrado como Board director por el Science History Institute: Chemistry-Engineering-Life Sciences, de Philadelphia, Estados Unidos de América, para el periodo 2022 a 2025.

En el Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIBO) los doctores Contreras y Laclette fueron reconocidos como Investigadores Nacionales Eméritos por el SNI. La doctora Edda Sciutto recibió la Medalla al Mérito en Ciencias Ingeniero Guillermo González Camarena. La doctora Clorinda Arias recibió el Premio Alzheimer 2021-2022. Asimismo, el doctor Jorge Morales-Montor recibió el premio Maximiliano Ruiz Castañeda. Además, la doctora Sandra Lorena Romero fue galardonada con el premio Rosenkranz y el doctor Alfredo Rodríguez recibió el premio Héctor Márquez Monter.

Varios de los académicos del Instituto de Ecología (IE) recibieron reconocimientos; el doctor José Sarukhán Kermez recibió el doctorado *Honoris causa* por la Universidad de Guadalajara. También, han recibido reconocimientos internacionales el doctor Luis Eguiarte Fruns, y las doctoras Yosune Miquelajáuregui Graf, Roxana Torres Avilés y Valeria Souza Saldivar, y reconocimientos nacionales la doctora Claudia Moreno Arzate y el maestro Jesús Pacheco Rodríguez.

Jesús Pacheco Rodríguez, investigador del Instituto de Ecología (IE), recibió el Reconocimiento a la Conservación de la Naturaleza 2022 en la categoría Academia que otorga la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. El reconocimiento le fue otorgado por su labor en la conservación durante 32 años en Janos, Chihuahua; y 15 años en la región de Calakmul, Quintana Roo. El académico reconoció la labor de sus colaboradores en el Laboratorio de Ecología y Conservación de Fauna Silvestre del IE, y destacó que todos formamos parte de la generación que puede salvar al planeta.

En el Instituto de Química (IQ), sus académicos obtuvieron varios reconocimientos durante el año: el Gobierno del Estado de México otorgó el Premio Talento Edomex para Jóvenes Científicos e Investigadores a un investigador del CCIQS. Asimismo, la Sociedad Mexicana de Electroquímica otorgó a un investigador el Premio de Electroquímica 2022.

El Consejo Universitario eligió a la doctora Elena Centeno García, del Instituto de Geología (IGI), como nueva integrante de la Junta de Gobierno, en sustitución del doctor Jaime Urrutia Fucugauchi, del Instituto de Geofísica (IGef), quien terminó sus funciones.

El investigador del Instituto de Matemáticas (IM), José Antonio Seade Kuri, recibió el Premio Biblos al Mérito 2022, en el área de Ciencias, el cual distingue a los mexicanos de origen libanés quienes han aportado a las ciencias, las artes y las humanidades. El galardón le fue entregado por el Embajador del Líbano en México, Sami Nmeir; el presidente de la Asociación Premio Biblos, Alejan-

dro Kuri Pheres; el presidente del Consejo Directivo del Centro Libanés, Michel Chamlati Salem.

Del Instituto de Ciencias Físicas (ICF), al doctor Víctor Ulises Lev Contreras Loera le fue otorgada la Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos 2022 en el área de Innovación tecnológica y diseño industrial.

En el Instituto de energías Renovables (IER), los doctores Claudio Alejandro Estrada Gasca y Mariano López de Haro fueron distinguidos como Investigadores Eméritos del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). El doctor Sebastian Pathiyamattom Joseph ocupó el 9º lugar en la edición 2022 del *Ranking* de los 1000 Mejores Científicos en el área de Química en nuestro país. Reconocimientos al Mérito Estatal de Investigación 2021 (REMEI 2021), les fueron otorgados en el 2022 por el CCyTEM a los siguientes Investigadores del IER: a la doctora Heidi Isabel Villafán Vidales, en materia de Ciencia, Categoría de Investigación Científica; al doctor Jesús Antonio del Río Portilla, en materia de Ciencia y Tecnología, Categoría Divulgación y Vinculación; y al doctor Mariano López de Haro, en materia de Ciencia y Tecnología, Categoría Reconocimiento al Mérito. La doctora Karla Cedano Villavicencio fue considerada por la revista *Petróleo&Energía* como una de las 100 personas líderes más influyentes del sector Energía por tercer año consecutivo en 2022. La doctora Julia Tagüeña Parga fue reconocida como una de las 12 mujeres líderes del sector energético en el evento "Mujeres al Frente", una iniciativa de la revista *Energía a Debate* y asociaciones del sector energético.

En el Centro de Ciencias Matemáticas (CCM), tres investigadores recibieron distinciones a su trabajo de investigación: la doctora Nelly Sélem Mojica en la ISCB Wikipedia Competition, ISCB Student Wikipedia Competition, por la International Society for Computational Biology; el doctor Eugenio Martín Azpeitia Espinosa, Les Grandes Avancées Françaises en Biologie 2022, por la Académie des Sciences y el Centre National de la Recherche Scientifique de Francia; y el doctor Salvador García Ferreira, Annual Best Paper Award, 2022, por la editorial Springer Verlag.

El Consejo Universitario de la UNAM aprobó conferir el nombramiento de investigador emérito al científico del Instituto de Biotecnología (IBt), Agustín López Munguía Canales, por su excepcional labor en investigación, docencia, desarrollo y difusión de la biotecnología alimentaria

Premios a estudiantes

Estudiantes del Instituto de Física (IF) fueron reconocidos con la Medalla Juan Manuel Lozano Mejía que otorga la misma entidad. Destacaron los trabajos que abordaron temas como: partículas contaminantes PM10, las propiedades de metales y la materia oscura.

El premio en la categoría licenciatura fue para Stefan Daniel Nellen Mondragón por su tesis "Fermion Masses and Dark Matter", su trabajo se publicó en *The European Physical Journal*, también participó en el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica.

La medalla para la categoría maestría fue para Lourdes Verónica Mejía Ponce por su trabajo “Determinación de la concentración elemental PM10 en un sitio del suroeste de la ZMVM con una resolución temporal mejor que 24h y desarrollo de modelos de receptor mediante factorización de matriz positiva (PMF)”.

La medalla en la categoría doctorado fue para Diego Daniel González Araiza por su tesis “Bimetallic copper-based catalysis supported on well-shaped ceria for methanol-involving reactions”, en la que analizó de forma sistemática el efecto de un segundo metal en las propiedades en catalizadores de cobre para la descomposición de metano.

Académicos del Instituto de Matemáticas (IM) prepararon, como cada año, a los estudiantes que participan en las Olimpiadas de Matemáticas, en esta ocasión tocó turno para apoyar al estudiante de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, Leonardo Mikel Cervantes Mateos, ganador de la medalla de bronce en la Olimpiada Iberoamericana de Matemáticas que tuvo lugar en Bogotá, Colombia.

INVESTIGACIÓN

Proyectos

El trabajo de investigación del SIC está organizado mayoritariamente por proyectos; en 2022 se desarrollaron 2638, de este conjunto, las comunidades reportan que proyectos de investigación fueron 2420 y 218 de otros proyectos —infraestructura, vinculación, divulgación y docencia—. Estos proyectos están orientados hacia objetivos y metas concretas y en tiempos determinados cuando han competido por los recursos ante agencias de financiamiento internas y externas a la UNAM. El modelo de financiamiento ha puesto a la investigación científica en semejanza con el modelo productivo de la empresa, cuando se trata de lógicas productivas muy diferentes, pues una investigación a fondo da resultados, pero no necesariamente en el corto plazo. Por tal motivo, la comunidad científica no sólo de la UNAM, también del ámbito internacional (*Slow Science*¹¹) construye alternativas de evaluación diferentes para la investigación y sobre cómo hacer investigación, una evaluación que reconozca los tiempos para formular hipótesis, para diseñar nuevas preguntas y sus posibles respuestas, para pensar y discutir con los colegas, publicar sí, pero con mayor calidad e impacto en los productos generados.

El SIC continuó desarrollando proyectos de forma tradicional —a la vez que experimentó nuevos modelos de investigación como se describirá más adelante—, sin competir por los recursos y orientando las búsquedas conforme las

¹¹ En 2010, la Slow Science Academy de Berlín lanzó un manifiesto a favor de desacelerar este ritmo de producción en la ciencia.

«Decimos sí al flujo constante de publicaciones de revistas de revisión por pares y su impacto; decimos sí a la creciente especialización y diversificación en todas las disciplinas. Sin embargo, mantenemos que esto no puede ser todo. La ciencia necesita tiempo para pensar. La ciencia necesita tiempo para leer y tiempo para fallar. La sociedad debería darles a los científicos el tiempo que necesitan, pero lo que es más importante, los científicos deben tomarse su tiempo».

Fuente: <http://theconversation.com/la-ciencia-necesita-tiempo-para-pensar-el-movimiento-que-quiere-acabar-con-la-cultura-de-publicar-o-morir-116367>

discusiones propias de los campos disciplinarios. Es importante advertir que los proyectos con financiamiento competido —ya sea por DGAPA, Conacyt y otras agencias— fueron 1036 [42.8%], mientras los que operaron con los recursos otorgados como por los centros e institutos, fueron 1341 [55.4%]. Por otra parte, el 70% de los proyectos tienen financiamiento UNAM, a los que habría que sumar los de origen gubernamental. Si se suman los proyectos UNAM y los de origen gubernamental, el Estado sigue financiando arriba del 80% de los proyectos y solo 53 proyectos fueron apoyados por el sector privado lucrativo [2%], 21 con presupuesto privado no lucrativo [0.80%] y 87 con recursos del extranjero [3.3%]. Entonces, el vínculo con el sector productivo es mínimo y la internacionalización de la ciencia que realiza el SIC tiene escasos apoyos en lo que al financiamiento se refiere.

Por otra parte, la mayoría de los proyectos no persiguen aplicaciones o impactos directos [53.3%], en contraste con esta idea de la triple hélice, pero es destacado que el resto sí.

En años anteriores el SIC se veía presionado para articular la docencia y la investigación con los mercados, la economía y la agenda de los gobiernos, lo que se ha llamado la triple hélice o la sociedad del conocimiento, pero en México las empresas han mostrado escaso interés por la investigación y la vinculación con las universidades públicas, como lo demuestra el balance de los proyectos arriba mencionados, aunque esto está cambiando lentamente. Recientemente, en el SIC se ha enfatizado por aplicar los conocimientos generados a la atención de problemas nacionales, lo cual ha sido siempre un objetivo de la UNAM y en particular del SIC.

En síntesis, el Subsistema supo competir por los recursos para hacer investigación, al mismo tiempo que incorporó nuevos modelos de proceder en la investigación, como lo son sus vínculos con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), las investigaciones transversales, los proyectos conjuntos e interdisciplinarios, la apropiación de otros saberes y la colaboración internacional que va más allá del financiamiento.

Proyectos vinculados a los ODS

Cabe destacar, en relación con los proyectos de investigación abordados en el SIC, sus vínculos con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular los referentes a: Acción por el clima [31], Agua limpia y saneamiento [17], Alianza para lograr los objetivos de desarrollo sustentable [8], Ciudades y comunidades sostenibles [21], Educación de calidad [172], Energía asequible y no contaminante [50], Fin de la pobreza [7], Hambre cero [14], Igualdad de género [3], Industria, innovación e infraestructura [46], Paz, justicia e instituciones sólidas [2], Producción y consumo responsable [20], Protección del patrimonio ecológico/geológico [25], Recursos naturales no renovables (conocimiento y manejo sostenible) [3], Reducción de las desigualdades [6], Salud y bienestar [135], Trabajo decente y crecimiento económico [4], Vida de ecosistemas terrestres [5]7, Vida submarina [50] (el resto de los proyectos no fue clasificado con relación a los ODS).

La Secretaría de Investigación y Desarrollo de la CIC, reporta que para 2022 y a tres años de su conformación, la Red SDSN México cuenta con la membresía de 89 instituciones de educación superior, 300 especialistas denominados ExpertODS y un capítulo juvenil. Las redes sociales lograron generar una comunidad de más de 10 mil seguidores en las diferentes plataformas y 40 mil personas reaccionaron ante las publicaciones realizadas.

En colaboración con la Secretaría de Economía (SE) y con la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ), se publicó la convocatoria nacional Soluciones 2030: Impulsando el desarrollo local sostenible, del 21 de febrero al 31 de marzo de 2022, en donde los gobiernos locales reportaron necesidades y problemáticas para la implementación de los ODS. Derivado de la convocatoria, se registraron 400 necesidades locales. Como resultado inmediato de lo anterior, se publicará un informe con la clasificación de las necesidades y se hará la implementación de un proyecto piloto con la Universidad Veracruzana y el Ayuntamiento de Córdoba, Veracruz para atender necesidades locales en materia de residuos sólidos urbanos.

El Instituto de Ingeniería (II) encabezó el Minicongreso de Grupos Interdisciplinarios de Investigación (GI), durante el cual los académicos establecieron diez temas con diversos subtemas cada uno, cuyo objetivo será atender problemas sensibles de México en dos ejes: el nexo agua-energía-ambiente-seguridad alimentaria y el tema de ciudades inteligentes. La iniciativa busca lograr desarrollos y transferencias tecnológicas, prototipos y soluciones concretas, también se destacó que se buscará trabajar con financiamiento compartido entre el II y las entidades participantes y se podrán lograr apoyos económicos hasta por tres años de acuerdo con sus resultados. La autoridad del II destacó que en el Congreso hubo 161 registros de las facultades de Ciencias, Química, Ingeniería, Arquitectura; de las escuelas nacionales de Estudios Superiores Juriquilla y Mérida; Facultad de Estudios Superiores Acatlán; así como los institutos de Ingeniería (II), Energías Renovables (IER), Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT), Ciencias del Mar y Limnología (ICML), Geografía (IGg), Química (IQ), Física (IF) y Matemáticas (IM).

Vale la pena resaltar enseguida, aquellos esfuerzos del SIC que impactaron en 2022 en las políticas públicas.

Políticas públicas

Una parte sustancial del quehacer del subsistema de la Investigación Científica (SIC), es generar acciones que impacten en la sociedad de la cual es parte y por ser una institución de carácter público. Uno de esos aportes se vincula en la construcción de políticas públicas. En 2022, las entidades estudiaron varios aspectos de la vida nacional: por ejemplo, analizando y ofreciendo argumentos sólidos a los diferentes gobiernos sexenales acerca de que la ciencia y la tecnología no representan un artículo de lujo del que se puede prescindir en momentos de austeridad. Al respecto, la Comisión para una Política de Estado en Ciencia, Tecnología e Innovación, constituida en el marco del Plan de Desarrollo Institucional 2019 a 2023, después de múltiples reuniones y convocando a actores de la vida académica diversos, acordó iniciar la redacción

del documento y las estrategias de trabajo de lo que debiera ser una política de Estado en la materia para el futuro de México. El proceso de desarrollo e integración del documento con las propuestas de esta Comisión quedó a cargo del doctor Manuel Suárez Lastra, titular del Instituto de Geografía (IGg) y presidente de la Comisión. El documento en proceso tiene un 35% de avance.

También hicieron especial énfasis en crear una política de Estado en materia de inteligencia artificial (IA), puesto que la IA puede ser un eje que construya soluciones para la sociedad en general, por ejemplo, señalaron que en los últimos años en México hubo 10 proyectos relacionados con IA como parte de la Alianza para Promover el Desarrollo de Capacidades Digitales en el país y que se enfocaron en atender problemas de salud, agricultura, video vigilancia y medio ambiente; en otros asuntos, advierten sobre la importancia de la ciencia transdisciplinaria para tratar temas medulares como el cambio climático y la necesidad de que las sociedades comprendan que el actual modo de vida elimina la capacidad de la Tierra de autorregular sus procesos. Sobre este asunto, científicos del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAyCC) y del Programa de Investigación en Cambio Climático (PINCC) forman parte de los 61 investigadores y expertos de los nueve grupos temáticos y 30 dependencias de la UNAM que lideran el Diagnóstico Científico sobre Cambio Climático en México, es así como desde 1984, la UNAM asesora al gobierno en la materia.

Por otra parte, en el SIC se estudia que la contaminación atmosférica es el mayor riesgo ambiental para la salud humana y una de las principales causas evitables de muertes y enfermedades en el mundo, responsable, hasta 2016, de aproximadamente 6.5 millones de fallecimientos prematuros atribuidos a ese fenómeno en interiores y al aire libre, sobre el cual debe actuarse a través de políticas públicas. Otro empeño de SIC está en los expertos del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAyCC) y de la Facultad de Ciencias (FC) que promueven "Las azoteas verdes y su papel en el mejoramiento de la calidad de vida de la CDMX" ya que ayudan en la captura de partículas suspendidas como hidrocarburos aromáticos policíclicos y algunos metales pesados.

En el marco del Día Nacional de las Abejas, científicos del Instituto de Biología (IB) destacaron que las abejas necesitan del ser humano para preservarse como un eficiente polinizador. Estimaron que más de la mitad de los alimentos depende de la intervención de polinizadores que impactan favorablemente en dos terceras partes de las tierras agrícolas, de ahí la importancia de que legisladores, organizaciones, instituciones, gobierno y la sociedad en general valoren su importancia ambiental, social y económica, y se realicen acciones para conservar sus poblaciones, además de asegurar la permanencia de sus servicios y productos.

En el marco del Día del Árbol en México, científicos del Instituto de Biología (IB) llamaron a proteger la biodiversidad con que cuenta nuestro país en sus bosques, selvas y demás ecosistemas. En el mismo sentido el investigador emérito del Instituto de Ecología (IE), doctor José Sarukhán dictó la conferencia "Crisis ambiental y ética" que ha llevado a la generación del problema más

apremiante que enfrenta en la actualidad, y las cifras son claras: la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera es la más alta jamás registrada en la historia atmosférica en la Tierra. El biólogo destacó que es necesario dar estímulos para que la gente tenga celdas fotovoltaicas en su casa, colectores solares y que vean el efecto en el bolsillo. A la vez, el Subsistema protege a las aves migratorias y explican que el exceso de iluminación afecta la migración de las aves, por tal motivo los expertos en ornitología del IE aseguran que el tema de la campaña para 2022 se centró en la contaminación lumínica y el *slogan* es "Noches oscuras, migraciones seguras".

En el SIC se elaboró el *Atlas de Línea Base Ambiental del Golfo de México* que representa hasta ahora la más extensa caracterización oceanográfica que se haya desarrollado en el país y es una herramienta indispensable para la planificación y la toma de decisiones.

En el ámbito de la salud, el SIC a través de los investigadores del Instituto de Biotecnología (IBt) coincidieron con la declaración hecha por la OMS en el sentido de que para evitar que la pandemia retorne y el mundo pueda recuperarse de la actual crisis será necesario promover cinco puntos nodales: promover la salud, proporcionar salud, proteger la salud, potenciar la salud y actuar por la salud. Adicionalmente se trabajó arduamente en torno a la pandemia del SARS-CoV-2.

Científicos del Instituto de Geografía (IGg), de la Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad (CoUS) y de la Universidad Simón Fraser de Canadá destacaron en el conversatorio "La dieta neoliberal y obesidad en México", señalaron que el papel de las políticas públicas en la transformación de los ambientes alimentarios es un imponderable del Estado. Éste, debe cambiar las políticas públicas en materia alimentaria, a fin de acceder a dietas más benéficas que impulsen el consumo directo de alimentos frescos como frutas y verduras, promuevan los cultivos locales del campo mexicano, apoyen las cooperativas y se combata la desigualdad de los pequeños productores frente a las empresas transnacionales. Consideraron que las escuelas son decisivas para implementar una nueva alimentación saludable, ya que existe una alta prevalencia de obesidad y enfermedades cardiovasculares entre la población nacional.

Investigadores del Instituto de Geografía (IGg) formaron parte de un grupo multidisciplinario que promueve en la UNAM un trato respetuoso y ético hacia los animales. En conjunto con las facultades de Ciencias (FC), Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) y de Filosofía y Letras (FFyL) participaron junto con los institutos de Investigaciones Filosóficas (IIFs), Sociales (IIS) y de Geografía (IGg), a partir de inquietudes planteadas en el Seminario de Estudios Críticos Animales de la UNAM.

En el marco del Día Mundial del Turismo, expertos del Instituto de Geografía (IGg) opinaron sobre la importancia de dirigirse hacia un turismo más responsable. Destacaron que durante largo tiempo el turismo ha sido el tercer sector económico del país por la generación de divisas, sólo detrás de las exportaciones petroleras y de las remesas, pero que es necesario transformarlo y que se sume al paradigma de la sustentabilidad.

También los científicos del IGg destacaron que, de acuerdo con el último informe de la ONU sobre población, México se encuentra entre las 10 naciones más pobladas del mundo, por lo que el país debería establecer programas de racionalidad para moderar su crecimiento demográfico.

El Centro de Investigación en Geografía Ambiental (CIGA) durante 2022, participó en el grupo de expertos para realizar las evaluaciones de las manifestaciones de impacto ambiental de dos tramos del proyecto del Tren Maya.

En el Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada (CFATA), se inició el proyecto de desarrollo de nanopartículas sintetizadas en disolventes sustentables como elementos de seguridad para billetes, el cual se da en un marco de colaboración entre el CFATA y el Banco de México. Este proyecto se encuentra relacionado con varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), como de Paz, Justicia e Instituciones Sólidas, y con aquellos que engloban la lucha contra el cambio climático. Asimismo, está relacionado con la atención a problemas nacionales.

Científicos del Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) destacaron que la basura espacial podría convertirse en un problema sin control. De acuerdo con un reporte de la Agencia Espacial Europea, hay aproximadamente nueve mil toneladas de desechos orbitando alrededor de nuestro planeta, que equivale al peso de 720 autobuses escolares, siendo Rusia y Estados Unidos los dos países más contaminantes. Los especialistas explicaron que la probabilidad de que suceda un accidente entre un satélite y estos desechos es baja, menos del 1%, pero si no se hace nada en los próximos 20 años se incrementará al 5%, y que para finales de este siglo las probabilidades de un accidente entre la basura espacial y los satélites puede ir del 15 al 20%.

La investigación ante la COVID-19

Investigadores del Instituto de Biotecnología (IBt) en conjunto con la Comisión Universitaria para la Atención del COVID-19 de la UNAM, destacaron que, aunque ya pasó lo peor, la pandemia aún no ha terminado. Los especialistas destacaron que una pandemia se define por tener brotes epidémicos de una enfermedad en todos los continentes. La COVID-19 sigue presente en todo el mundo, en los Estados Unidos de América ha habido recientemente cerca de 55 mil casos confirmados y en México cerca de nueve mil. Los expertos pidieron no bajar la guardia y continuar con las medidas de higiene establecidas, como lavado frecuente de manos y uso de cubrebocas en lugares cerrados.

Investigadores del Instituto de Física (IF) y de la Facultad de Psicología hablaron sobre la percepción del tiempo durante la pandemia, destacaron que se puede medir cuando ocurre cambio de las cosas o cuando un objeto cae y se mueve. Una manera sencilla de cambiar la percepción del tiempo es tener puntos de vista de personas diferentes: un individuo totalmente en reposo y otro moviéndose rápido. Desde el punto de vista de la psicología se observó que si un individuo generó indicadores para ver pasar el tiempo durante el confinamiento por SARS-CoV-2 la percepción seguramente fue que pasó mucho tiempo y mientras otros lograron pasar tiempo con la familia por primera

vez, su percepción de los cambios y el tiempo tuvo una perspectiva positiva. La percepción del tiempo que pasa rápido está asociada a momentos agradables, mientras la percepción del tiempo lento está asociado a la espera y a momentos no agradables, de aburrimiento y monotonía.

Vacunas y tratamientos

El Programa Universitario de Investigación en Salud (PUIS), continuó la coordinación y colaboración con AVIMEX para el proyecto “Vacuna para COVID-19”. Grupo interinstitucional con apoyo del Conacyt y la Amexcid (Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo). Y se coordinaron proyectos de investigación clínica cuya aportación es la evaluación de herramientas terapéuticas contra COVID-19, así como el desarrollo de análisis epidemiológico de la pandemia (UNAM-PUIS, Facultad de Ciencias, Instituto de Biotecnología, INCICH y Amexcid).

Científicos del Instituto de Biotecnología (IBt) y de la Facultad de Medicina destacaron que observan como una esperanza contra la pandemia los medicamentos Molnupiravir y Paxlovid por la eficacia que han demostrado contra todas las variantes de COVID. Destacaron que ambos medicamentos se recetarán sólo a personas de alto riesgo, mayores de edad y/o con alguna comorbilidad, y estarían restringidas para niños, mujeres embarazadas y pacientes con afecciones renales o hepáticas y que la prescripción y el monitoreo del tratamiento debe quedar en manos de un profesional de la salud. Los expertos destacaron que ambos medicamentos son orales y pueden ser tomados desde casa, previa autorización médica, sin embargo, su elaboración está retrasada y todavía no hay producción suficiente para que llegue a nuestro país, sino hasta mediados de 2023.

Detección

Científicos del Instituto de Fisiología Celular (IFC) simplificaron la prueba de detección por PCR del virus SARS-CoV-2, para lograr una versión más barata y rápida que las disponibles comercialmente y que, además, reduce los riesgos asociados con el manejo de muestras infecciosas. El *kit* de colecta consiste en un tubo capilar con el que la persona recoge una pequeña cantidad de su propia saliva (20 microlitros) que se mezcla con el *buffer*, que contiene un detergente, una proteasa (enzima que degrada las proteínas) y un inhibidor de RNAsas que impide que se dañe el material genético del virus, lo que dificultaría su detección. La prueba del IFC se ha usado para realizar investigación y para identificar casos y rastrear contactos sospechosos; el equipo ha hecho más de 1500 pruebas desde el inicio de la pandemia. Durante la ola de enero 2022 funcionó para identificar casos dentro del IFC. El protocolo rediseñado por el IFC fue financiado por la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTEI) y tiene una efectividad superior al 80%. La validación del rediseño de la prueba para el virus SARS-CoV-2 se publicó en el artículo “Development and testing of a low-cost inactivation buffer that allows for direct SARS-CoV-2 detection in saliva” en la revista *Vaccines*.

Científicos del Instituto de Biotecnología (IBt) lograron caracterizar la nueva variante del SARS-CoV-2 en México, se trató de BW.1, la cual surgió en la Pe-

nínsula de Yucatán. En el Consorcio Mexicano de Vigilancia Genómica, el cual pertenece el IBt, han monitoreado los casos en la República Mexicana y llamó su atención que a partir de octubre pasado aumentaron considerablemente en la Península de Yucatán; como parte de la vigilancia secuenciaron los genomas en aquellas muestras positivas para SARS-CoV-2. Los expertos destacaron que el rápido crecimiento de la variante BW.1 coincide con un nuevo aumento de casos de la COVID-19 ocurrido en el sureste de México en octubre de 2022, poniendo fin a un periodo de baja transmisión después de la quinta ola epidemiológica de México.

Proyectos internacionales

Dentro de los 202 proyectos internacionales, se destacan a continuación algunos. Si bien un número significativo apuntan a la ciencia básica, no se debe olvidar que de dicha ciencia proviene gran parte de la tecnología con la que la población mundial opera. Se entiende por proyectos internacionales aquellos en los que el SIC participa con otros investigadores de instituciones extranjeras o que reciben apoyos económicos de las mismas. Destacados por la prensa en 2022 se resumen algunos.

Científicos del Instituto de Astronomía (IA) contribuyeron en el hallazgo de un nuevo tipo de estallido estelar: las micronovas. Se trató de un estudio encabezado por Simone Scaringi, de la Universidad Durham en el Reino Unido que desafía la comprensión de cómo ocurren estas explosiones termonucleares en las estrellas. El científico universitario se unió a la investigación debido a que desarrolla estudios de estrellas de neutrones, las cuales son el remanente de una supernova y, cuando tienen una compañera, pueden robar el material de su acompañante generando estallidos de rayos X tipo 1. Las micronovas se suman a las supernovas, las cuales son consideradas entre las explosiones más grandes y energéticas del cosmos y tienen la capacidad de quemar la masa equivalente a varias montañas como el Everest.

Un científico del IA colaboró en el proyecto internacional Telescopio Espacial James Webb, el cual capturó recientemente imagen del polvo generado por el choque de vientos entre dos estrellas masivas. La investigación demuestra que el polvo formado por un sistema binario está compuesto principalmente de granos de polvo de carbono de tamaño nanométrico, se observó un siglo de producción de polvo por el choque de viento de dos estrellas masivas. Los hallazgos de la investigación se publicaron en la revista *Nature Astronomy*, en el que se detalla que las observaciones se obtuvieron en el infrarrojo medio con la cámara MIRI del telescopio, la cual observa radiación entre cuatro y 12 micras. El equipo internacional está conformado por un científico del IA y 32 investigadores de 34 instituciones de ocho países: Estados Unidos de América (EUA), Reino Unido, Canadá, Australia, Francia, Alemania, Japón. El grupo científico está encabezado por Ryan M. Lau, del NSF NOIR Lab., ubicado en Tucson, Arizona y que pertenece a la National Science Foundation de EUA.

Científicos del IA, en conjunto con un equipo internacional de astrónomos de las universidades de Berna, Ginebra y el grupo de trabajo Planets, además tres universidades de Suiza, la Universidad de Lieja, Bélgica, y la de Cambridge,

Reino Unido detectaron el exoplaneta TOI 2257 b, el tercer planeta fuera del sistema solar. La observación se logró con el equipo robótico instalado en el Observatorio Astronómico Nacional, en Baja California. Los científicos elaboraron un análisis detallado de los datos de los satélites terrestres y del satélite TESS confirmando el descubrimiento. “El planeta ... tiene ese nombre por la estrella TOI 2257 y la b quiere decir que es un exoplaneta que está orbitando a su alrededor, destacaron.

Investigadores IA participan en el proyecto denominado MaNGA, que consiste en un muestreo de espectroscopía de campo integral —observar la totalidad de la galaxia en ambos espectros—. El proyecto ha observado 10 mil galaxias, lo cual no había sido posible lograr con datos espectroscópicos de cada una de ellas. Se trata de un trabajo que se puso en marcha hace más de cinco años y ha arrojado innumerables que han permitido obtener estadísticas mucho más detalladas de cómo son en realidad estas estructuras, y ha requerido para ello utilizar los clústeres de cómputo de los institutos de Astronomía y de Ciencias Nucleares para su almacenamiento. En el proyecto participan instituciones de Estados Unidos de América, Gran Bretaña, Alemania, España, China, Chile y México.

Científicos del IA descubrieron un exoplaneta utilizando observaciones de radio de muy alta precisión, realizadas con el Arreglo Interferométrico de Base muy Larga (Very Long Baseline Array (VLBA)), propiedad de la Fundación Nacional de la Ciencia de Estados Unidos de América, y operado por el Observatorio Nacional de Radio Astronomía (NRAO) en Socorro, Nuevo México. Fue gracias al satélite GAIA que está en órbita desde hace seis años y al uso de radiotelescopios como se implementó la técnica de Astrometría para obtener el hallazgo, los científicos universitarios prevén que en el futuro dicha técnica estará entre las primeras tres para buscar exoplanetas.

Investigadores del IA emitieron su opinión sobre el aplazamiento de la Misión Artemis I, que viajaría a la Luna, la NAS anunció que la decisión se tomó cuando se produjo una fuga mientras se intentaba transferir combustible al cohete. Para los científicos universitarios los viajes al espacio exterior pueden significar el inicio de muchos desarrollos para la sociedad y representan oportunidades muy relevantes para hacer más ciencia, cuyos beneficios se podrán ver reflejados directamente en México, ya que la UNAM a través del Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) y el gobierno de México a través de la Secretaría de Relaciones Exteriores participan en el proyecto. El proyecto Artemis consta de tres misiones: Artemis I durará aproximadamente 26 días a partir de que se retome su despegue; Artemis II será lanzado en abril de 2023 y Artemis III en 2025.

El Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRyA) lidera la participación de México en la formación del próximo gran radiotelescopio del mundo. El rector Enrique Graue firmó un memorando de entendimiento con el director del Observatorio Nacional de Radioastronomía de los Estados Unidos de América, Anthony Beasley, para formalizar la participación de la UNAM. Se trata del proyecto ngVLA (Next generation Very Large Array), que será el próximo radiotelescopio más potente del mundo. El coordinador de la Investigación Científica, William Lee, explicó que este Observatorio estará conformado por más de 240

antenas, distribuidas principalmente en Arizona, Nuevo México y Texas. Asimismo, se planea que algunas se localizarán en el norte del territorio mexicano.

Científicos del IRyA y del IA participaron en el hallazgo internacional de la primera imagen real del centro de la Vía Láctea, una imagen que tiene al centro la sombra del agujero negro Sagitario A y alrededor un anillo brillante con zonas más gruesas y luminosas que muestran el dinamismo de su estructura. Se trata de la colaboración internacional Telescopio del Horizonte de Eventos (EHT), un conjunto de ocho radiotelescopios instalados en diversas latitudes, que se comportan como un solo equipo gigante del tamaño de la Tierra, y en el cual México coopera con el Gran Telescopio Milimétrico (GTM) ubicado en el volcán Sierra Negra, en Puebla. En este hallazgo internacional participaron más de 50 investigadores de 80 instituciones provenientes de 20 países.

El Instituto de Ciencias Nucleares (ICN), a través del Laboratorio de Instrumentación Espacial (LINX), en conjunto con la Agencia Espacial Mexicana, la Secretaría de Relaciones Exteriores y el Gobierno de Hidalgo pusieron en marcha el Proyecto Colmena, la primera misión mexicana y de la UNAM que explorará la Luna. El proyecto contó con la participación de 200 alumnos, quienes aplican la ciencia básica para transformar la realidad. La misión está conformada por cinco pequeños robots que serán colocados en la superficie lunar, los cuales ya están instalados en la nave Peregrine, de la empresa estadounidense Astrobotic.

Científicos del Instituto de Física (IF) y del Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) cuentan con infraestructura adaptada en sus entidades para recibir información y datos del proyecto internacional ALICE en tiempo real. El ICN cuenta con el primer Centro de Control Remoto del detector A Large Ion Collider Experiment (ALICE) que se encuentra en Europa. ALICE tiene como objetivo investigar el origen del cosmos, luego del Big Bang; se ubica bajo la frontera franco-suiza como parte del Gran Colisionador de Hadrones (LHC) considerado uno de los planes científicos más importantes de la actualidad, el cual es operado por el Centro Europeo de Investigación Nuclear (CERN). Los científicos mexicanos prevén que los trabajos se perfilan posteriores a 2030 y que los detectores desarrollados tendrán utilidad a largo plazo en medicina o astronomía.

Científicos del Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas (IIMAS) y del Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) compartieron parte de los resultados del estudio en el que participaron: "Dynamics of ranking" publicado en el portal *Nature Communications*, donde por épocas mostró que los vocablos más utilizados en el idioma español son: de, la, en, y, el, que, a, los, del, se, las, por, un, con, una, no, para, su, es y al, y ocupan los primeros 20 lugares, lo que significa que no hay ningún sustantivo. El especialista en sistemas complejos detalla que el cambio en la utilización frecuente de palabras es interesante, pues el uso que se hace del lenguaje muestra los cambios sociales, por ejemplo, la palabra "social", la cual no está entre las más utilizadas antes de 1900. Los científicos enfatizaron que el español es el segundo idioma más importante como lengua nativa, después del mandarín, debido a la influencia del imperio español y sus colonias; el tercero más hablado en el orbe es el inglés. En el año 2000 los sustantivos más empleados en libros en español fueron: parte, años, Estado, vida, nacional, tiempo, social, forma y

política. Gracias a buscadores como Google Books los investigadores identificaron las palabras más usadas desde el siglo XVII a 2009.

La división de actividades entre las aves es relativamente equitativa para el cuidado de las crías; además, algunas especies pueden recibir ayuda para la procuración de los polluelos, revela un estudio internacional en el que participan investigadores del Instituto de Ecología (IE). Mediante el trabajo, en el que también colaboraron expertos de la UNAM y de las universidades de Bath, Pannonia, Sheffield, Groningen y Bielefeld, se revisaron únicamente registros y reportes publicados sobre mil 800 especies de aves. El estudio, que inició en 2015, recibió apoyo del Newton Advanced Fellowships de la Unión Europea, que permitió analizar las diferencias sexuales en el cortejo, la competencia y los lazos sociales de pareja, así como el cuidado de los padres.

El Programa Espacial Universitario (PEU) en conjunto con el Instituto de Astronomía (IA), la Unidad de Alta Tecnología (UAT) de la Facultad de Ingeniería (FI), el Laboratorio Nacional de Ingeniería Espacial y Automotriz de la FI y el Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra del Instituto de Geografía (IGg) y el Instituto de Geofísica (IGef) participarán en el proyecto Aztech-Sat que construirá una constelación de satélites para 2025. Por invitación de la NASA, y con apoyo de la Agencia Espacial Mexicana, la UNAM junto con cuatro universidades mexicanas más participan en el diseño y construcción de cuatro minisatélites idénticos de 10x10x10 centímetros denominados CubeSat, por su diseño de cubo, para rastrear animales marinos que migran desde el polo norte y sur, el ecuador y de regreso. Cabe destacar que el proyecto contempla crear un sistema de monitoreo de especies marinas implementado con *software* libre y *hardware* disponible comercialmente.

Científicos del Instituto de Geofísica (IGef), a través del Servicio Arqueomagnético Nacional (SAN), colaboraron con el Instituto Colombiano de Antropología e Historia en el análisis de la pintura roja de una tumba de tiro o hipogeo en Colombia. Hallaron que el sitio podría ubicarse entre 1070 al 1150 d.C., una primera aproximación en el fechamiento de estos lugares, pues estas pinturas, en estos contextos, no son comunes en ese país ni en otra parte del mundo, de ahí la importancia de avanzar en su estudio. Los expertos explicaron que, si bien las fechas reportadas eran controversiales, coinciden con otro entierro similar datado con la técnica de Carbono 14; y se rechazaron datos anteriores que decían que los hipogeos databan de antes de Cristo.

Una investigadora posdoctorante del Museo de Historia Natural de Londres, cuya formación la obtuvo en la Facultad de Ciencias y el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML) de la UNAM, halló en aguas profundas del pacífico nueve especies, gracias a que formó parte de la expedición DeepCCZ que encabeza el museo inglés. El hallazgo se dio en aguas internacionales, en una zona abisal de más de cinco mil metros ubicada entre México y Hawái. Los trabajos de investigación se hicieron mediante un vehículo operado de manera remota equipado para recolectar especímenes sin lastimarlos en aguas profundas. Los resultados de la investigación se hicieron públicos en la revista *ZooKeys* <https://zookeys.pensoft.net/article/82172/> en la que se describen y contabilizan los ejemplares hallados.

El Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad (LANCIS) del Instituto de Ecología (IE), en conjunto con otros colegas de la UNAM, el Instituto de Inmunología Médica de la Universidad Martin Luther de Halle-Wittenberg, el Instituto Leibniz de Bioquímica Vegetal, el Instituto de Virología del Hospital Universitario Charité de Berlín y la Universidad de La Habana, forman parte de la red internacional German-Latin-American Center for Infection and Epidemiology Research and Training (GLACIER). Se trata de un proyecto que está su primera fase y se está organizando para definir actividades particulares, conseguir fondos y hacer un consorcio que pueda trabajar por muchos años en la investigación contra enfermedades infecciosas y futuras pandemias. GLACIER es un proyecto financiado por Alemania y espera mostrar la importancia de impulsar estudios transdisciplinarios, multidisciplinarios y multisectoriales, para convencer a las sociedades y a los tomadores de decisiones de la importancia de tener información científica con alta calidad para proteger la salud, la economía, la sociedad y la paz. Autoridades del IE adelantaron que durante la pandemia se adquirió equipo específico para este proyecto que será instalado en la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Mérida.

Científica del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAYCC) lidera proyecto dentro de la Red Iberoamericana de Mujeres para la Acción Climática. Uno de los objetivos es desarrollar un marco integral para examinar cómo la variabilidad y el calentamiento global afectan de forma diferenciada a las mujeres y cómo se acentúa en los grupos vulnerables. Los riesgos son más graves para ellas: niñas indígenas y afrodescendientes, las adultas mayores, las mujeres discapacitadas y migrantes. Además, un dato impactante es que 80 por ciento de los refugiados climáticos son mujeres. En la Red participan: el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador, la Universidad de Costa Rica, la Universidad de Antioquia de Colombia y dos universidades de Brasil, la de Río de Janeiro y la de São Paulo; también se busca la incorporación España y Portugal.

Agricultura, ganadería y alimentación

Científicos del Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada (CFATA) y de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán coincidieron en que la industria del maíz requiere desarrollo y ser más sustentable. En el marco del Seminario Permanente de Agricultura, Alimentación y Sostenibilidad, los especialistas señalaron que en México se generan diariamente de 1.5 a dos millones de litros de nejayote para el procesamiento de 600 toneladas de maíz. Una alternativa para cambiar a sustentable el proceso de nixtamalización es el tratamiento y la obtención de productos con valor agregado a partir de ese líquido, entre ellos comida para aves y aditivos para alimentos, entre otros. También destacaron que las tortillas son la principal fuente de calcio en la dieta mexicana y que sin ella los índices de osteoporosis y osteopenia serían altísimos. Sin embargo, reconocieron que hacer sostenible el proceso de nixtamalización es difícil debido a su complicada etapa de cocción.

Científicos del Instituto de Biología (IB) impulsan el uso de técnicas de cultivo ancestral para ayudar a reducir costos en los alimentos. Señalaron que tanto

la milpa como la chinampa representan sistemas tradicionales de agricultura que pueden ampliar la generación y distribución de productos en el país. En estos sistemas, es posible aprovechar además del maíz, frijol y calabaza; algunos tipos de quelites como las verdolagas, quintoniles, huazontles, romeritos y berros. Estos productos brindan múltiples beneficios, debido a la variedad que puede generarse a partir de los granos del cereal complementado con la leguminosa, y eventualmente combinados con la carne, lo que proporciona una dieta completa.

Científicas del Instituto de Biología (IB), en conjunto con productores del campo, impulsan en el estado de Tlaxcala la propagación del agave pulquero (*Agave salmiana*) y la orquídea Flor de Mayo (*Laelia speciosa*) desde el Laboratorio Regional de Biodiversidad y Cultivo de Tejidos Vegetales, que forma parte del Laboratorio Nacional de Biodiversidad (LANABIO) del IB. Las académicas trabajan con las plántulas que se obtienen de la germinación de semillas y que utilizan para montar protocolos de propagación in vitro aplicando reguladores de crecimiento, y en otras se estimula su desarrollo; las plántulas se sacan de los frascos y se entregan a los productores (tanto obtenidas de germinación como brotes logrados de la multiplicación). Las expertas también organizan charlas informativas a través de las cuales han transmitido el conocimiento sobre polinizador y técnicas que aprenden en el laboratorio. Describen como positiva la sinergia entre científicos y productores.

Científicos del Instituto de Biotecnología (IBt) avanzan en investigación a partir de micro hongos y bacterias que ayuden a combatir plagas de nematodos fitoparasitarios presentes en los cultivos de hortalizas y que arruina las cosechas, particularmente la de jitomate saladet y que provoca considerables pérdidas económicas. Los investigadores trabajan en colaboración con la empresa ES-Biovolt, y expertos de la Universidad Veracruzana en una población de *M. enterolobii*, a fin de identificar microorganismos nativos del suelo como hongos y bacterias con capacidad de proteger a las plantas.

Agua

Recientemente, un reporte científico internacional alertó que el agua de lluvia contiene elementos químicos que pueden ser dañinos para la salud. Se trata de las sustancias cancerígenas conocidas como PFAS (perfluoro y polifluoroalquiladas) que contiene el agua pluvial. Ante ello científicos del Instituto de Química (IQ) diseñan materiales porosos que ayuden a filtrar el agua de lluvia. Los científicos del IQ exploran añadir aditivos químicos y un disolvente orgánico y calentarlos juntos, a fin de remover los átomos de flúor de los PFAS. Lo obtenido por esta vía son cadenas alifáticas que pueden reducirse con bacterias hasta obtener elementos no perjudiciales.

Científicos del Instituto de Geofísica (IGef), en conjunto con investigadores del Instituto de Geología (IGI) realizaron un estudio para la caracterización de la calidad del agua del acuífero de la Ciudad de México, en donde los objetivos fueron definir las posibles fuentes que originan problemas de calidad del elemento en zonas identificadas previamente por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (Sacmex), relacionados con factores geohidrológicos o como resul-

tado de contaminaciones laterales. Los científicos hallaron que el agua dulce, limpia y de acceso inmediato que explotaron nuestros ancestros en lagos, ríos y manantiales casi ha desaparecido del suelo mexicano. Actualmente no cuenta con agua superficial y la que existe está contaminada. Observaron que la llamada agua subterránea, que procede de formaciones geológicas impermeables con un recurso natural acumulado a lo largo de miles de años, padece una sobreexplotación que afecta a más de la mitad de los acuíferos del país.

Científicos del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAyCC) llamaron a actuar con acciones a corto plazo ante el calentamiento global, explicaron que diversos estudios han mostrado que la inacción para ciudades como México o en áreas como la agricultura, el control del agua puede tener graves consecuencias sociales y económicas. Destacaron que la Sexta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático calculó los costos acumulados por la inacción durante el siglo, los cuales serían compatibles a perder más de 4.5 veces el producto interno bruto actual de México. Además de que la Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey presentarían pérdidas que podrían rebasar los mil millones de dólares en la década actual. Frenar o retardar el calentamiento global depende de reducir la producción de carbono negro y los contaminantes de vida corta, de ahí la urgencia de acciones a corto plazo principalmente en naciones como la nuestra en donde la generación de esos contaminantes es alta.

También en el ICAyCC se discutió la posibilidad de realizar estimulación de las lluvias como una alternativa para mitigar los efectos de la sequía, especialmente en zonas agrícolas y ganaderas. Los científicos destacaron que urge mitigar la sequía y México cuenta con aviones con capacidad de reacción inmediata para liberar yoduro de plata en las nubes y propiciarla. En el diálogo participaron expertos de la Comisión Nacional de las Zonas Áridas de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Sader) quienes se pronunciaron por una mayor colaboración entre la academia y el gobierno, para fortalecer la instrumentación de este método y hacerlo más eficiente.

El Instituto de Ciencias Físicas (ICF) en conjunto con la Escuela de Arquitectura, Arte y Diseño, y la Escuela de Humanidades y Educación del Tecnológico de Monterrey conforman el proyecto "Seres de agua STEAM", elegido entre los primeros proyectos derivados del Consorcio UNAM-TEC creado en agosto de 2021. El proyecto fue seleccionado entre los primeros cinco proyectos participantes del Programa de Emprendimiento Científico y de Transferencia de Conocimiento y Tecnología en su Modalidad 1: Maduración de Tecnologías UNAM-TEC. El proyecto tiene como objetivo construir una fuente lúdica del agua como prototipo demostrativo de desarrollos tecnológicos emergentes, de bajo costo y sostenibles en el manejo del agua.

La escasez de agua en México no se está resolviendo de forma eficiente, destacaron científicos del Instituto de Geografía (IGg) y del Instituto de Ingeniería (II). Señalaron que la escasez de agua en algunas regiones del país, especialmente en el norte, no sólo responde a fenómenos climatológicos, sino a un problema complejo en el cual intervienen el crecimiento de las poblaciones, la gestión del recurso, el exceso en el consumo del vital líquido y la infraes-

estructura hidráulica disponible, entre otros aspectos. Destacaron que existen diferentes tipos de sequía: meteorológica, cuando no llueve lo que se espera; hidrológica, insuficiente agua en las presas; agrícola, escasea para el riego de cultivos; y socioeconómica, cuando el recurso es insuficiente para dotar a las poblaciones y la industria. Solo la primera es un proceso natural; en las otras está de por medio el manejo que se haga del recurso. Se debe determinar, de acuerdo a las condiciones climáticas, cuánto va a llover y con base en ello establecer cuánta agua puede distribuirse cada año, por citar solo un ejemplo.

Ambiente

Investigadores del Instituto de Biotecnología (IBt), apoyados por la Coordinación de Vinculación y Transferencia Tecnológica y que forman parte del Consorcio de Investigación del Golfo de México (CIGoM) hallaron bacterias que pueden contribuir a descontaminar el medio ambiente. Realizaron con éxito las primeras pruebas de bacterias capaces de degradar el petróleo, y algunos de sus derivados entre ellos plásticos; el siguiente paso es utilizarlas en beneficio de la humanidad, de las 300 bacterias que se encuentran en un cepario, 43 pueden degradar petróleo y se encuentran protegidas por la UNAM como secreto industrial. El Consorcio CIGoM tiene seis años de haberse conformado y en conjunto con investigadores del CICESE (Ensenada), la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, y el Cinvestav-Mérida, han descubierto qué tipo de microorganismos habitan el Golfo de México, la investigación ha derivado en aprovechar las herramientas para biorremediar playas o aguas contaminadas. Uno de los primeros resultados que arrojó el CIGoM fue el Atlas de Línea Base Ambiental del Golfo de México que es un gran acervo para el país. Se publicaron 11 tomos sobre meteorología, peces, mamíferos, pastos marinos, etcétera y un tomo está dedicado a las bacterias.

La UNAM, a través del Instituto de Biología (IB), puso en marcha la campaña internacional "AdoptAxolotl". Se trató de un programa de adopción virtual que lanzaron expertos del Laboratorio de Restauración Ecológica del IB, en conjunto con varios de sus colaboradores. La iniciativa busca recaudar fondos y busca que la gente contribuya con la conservación de esta especie, adoptando de manera virtual un ajolote. La intención es conseguir el mantenimiento de refugios-chinampas-chinamperos, y crear un círculo virtuoso de ayuda y conservación. Se puede aportar desde 200 pesos para invitar a cenar a un ajolote, con 1000 para tunear su casa y, si se desea donar más recursos, se puede adoptar un ejemplar o su casa por uno o seis meses y hasta por un año.

Ante el problema de la degradación del plástico y los microplásticos; científicos del Instituto de Ingeniería (II) descubrieron un nuevo método basado en el uso de dos especies de larvas de coleópteros de la familia *Tenebrionidae*, para identificar fácilmente los plásticos biodegradables y compostables, en un tiempo menor al de los métodos convencionales, la investigación cuenta con una solicitud de patente en marcha. Las larvas, también conocidas como gorgojos, ya se habían estudiado, pero las pruebas se enfocaron en unicel.

Científicos del Instituto de Geografía (IGg) observaron que, durante el confinamiento provocado por la pandemia, aumentó la concentración de Carbono 14

en la atmósfera de la Ciudad de México. Otra región del mundo donde se observa la presencia de este elemento es en las montañas de Colorado, que son monitoreadas por la Universidad de Colorado y la Administración Nacional de Océanos, de este modo los científicos universitarios pudieron comparar lo que sucedió en las atmósferas de los dos sitios: cuando empezó el confinamiento los valores de este elemento en la CDMX y Colorado fueron muy similares, lo que demuestra que la quema de derivados del petróleo disminuyó de manera significativa en la Ciudad de México durante el confinamiento, con valores de Carbono 14 que son de la misma magnitud que lo que hay en una atmósfera limpia en una montaña en Colorado.

Científicos del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAyCC) y de la Facultad de Ciencias manifiestan preocupación por el riesgo de extinción de una quinta parte de las especies de reptiles, cuya evidencia es el resultado de una investigación en la que participaron académicos de la Facultad de Ciencias y 961 especialistas de todo el mundo, durante 15 años. Se trató de uno de los estudios más esperados por los herpetólogos, el cual confirma que de 10 196 especies analizadas (todas las conocidas), 21.1% está en peligro, ya sea por considerarse vulnerables, amenazadas o a punto de extinguirse. Los expertos estimaron que hay ocho millones de especies, tanto de flora como de fauna, repartidas en el globo y, de no hacerse nada, es posible que desaparezca casi un millón de éstas antes de que acabe el siglo XXI. El escenario del estudio publicado muestra que los reptiles enfrentan un grado de amenaza alto, no tanto como el de los anfibios (40.7%), pero sí similar al de los mamíferos (25%) y mucho más elevado que el de las aves (13.6%).

A través de un esfuerzo interdisciplinario científicos del Instituto de Geología (IGI) y del Instituto de Geografía (IGg) en conjunto con colegas de la Universidad de Trás-os-Montes e Alto Douro de Portugal, lograron que Sac Actun, ubicado en la península de Yucatán, fuera designado por la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS) como el primer geosito mexicano entre los 100 más importantes del mundo. El geosito tiene una extensión de 368 kilómetros y es el sistema de cuevas inundadas más largo del planeta y la segunda más grande después de Mammoth Cave en Kentucky de Estados Unidos de América. De acuerdo con los expertos mexicanos es un sitio con muchos elementos geológicos, pero también un biotopo, un lugar con una gran biodiversidad, debido a ello, es importante su conservación, ya que, al protegerlo, también se protege la península de Yucatán y el turismo.

Científicos del Instituto de Biología (IB) advirtieron que las actividades humanas aceleran la desaparición de humedales, los cuales prestan servicios inigualables en materia de mitigación del cambio climático y adaptación a este, biodiversidad y salud humana, por un valor de más de 47.4 billones de dólares al año. Su degradación supone un riesgo para la vida y los medios de subsistencia del ser humano, de este modo se recalca en el documento “La nueva perspectiva mundial sobre los humedales: Edición especial de 2021”, publicada por la Convención sobre los Humedales, que una gestión inadecuada ha incrementado las tasas de escasez de agua, saneamiento deficiente y enfermedades transmitidas por el vital líquido, lo que contribuye a millones de muertes cada

año. Protegerlos y garantizar su uso sustentable es crucial para el desarrollo sostenible, destacaron los científicos del IB.

Cambio climático y prevención de desastres

Expertos del Programa de Investigación en Cambio Climático (PINCC) y de la dirección de Análisis y Políticas de Riesgos Ambientales y Sociales del Banco de México destacaron que la discusión sobre el cambio climático debe orientarse hacia la competitividad del país. Señalaron que en estos temas la investigación es una herramienta indispensable para disminuir riesgos y aprovechar las oportunidades que se presentan. Consideraron que previo a la 27ª Conferencia de las Partes, donde los países se reúnen para ponerse de acuerdo en las acciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, se está lejos de lograr las modificaciones que se necesitan a nivel global y el contexto internacional no permite vislumbrar que haya suficientes avances. Destacaron la importancia de que el sistema financiero de México tome conciencia del calentamiento global que genera el cambio climático, pues representan un reto, nuevos riesgos y oportunidades que deben ser incorporadas a modelos y herramientas de análisis.

Expertos del Instituto de Ciencias de la Atmósfera (ICAYCC) y del Instituto de Biología (IB) elaboraron un índice de riesgos para especies por calentamiento global, precisaron que uno de los objetivos del trabajo es pasar de un concepto de vulnerabilidad, a otro de riesgo. El índice integra la vulnerabilidad, entendida como sensibilidad y capacidad de adaptación, además de la exposición y peligro para las especies. El índice se publicó en la revista *Global Change Biology* con el artículo "Species, taxonomic, and functional group diversities of terrestrial mammals at risk under climate change and land-use/cover change scenarios in Mexico". Es uno de los primeros estudios en integrar en sus estimaciones las proyecciones por el cambio de uso de suelo, pues no solo se trata de establecer qué pasará con las especies, dadas las condiciones climáticas, sino qué sucederá, en el caso de aumentar la superficie agrícola. La proyección para 2050 indica que las especies perderán de 39.1 a 51% adicional del hábitat adecuado proyectado debido a los indicadores del índice, mientras que para 2070 la cifra podrá aumentar a 50.2%.

Científicos del Instituto de Física (IF) desarrollan un detector de muones con el objetivo de hacer una "radiografía" del volcán Popocatepetl y emplear una técnica complementaria para monitorear cualquier cambio en la actividad del coloso. Este volcán es uno de los que amenaza a la mayor cantidad de personas; una erupción afectaría a millones de habitantes de los estados de México, Puebla, Morelos, Tlaxcala y la Ciudad de México, por ello es necesario su monitoreo continuo. Los físicos buscan utilizar los rayos cósmicos que llegan a nuestro planeta desde el Universo, compuestos en un 90% por núcleos de hidrógeno (protones). Este tipo de radiación posee una energía tal que al "bombardear" la atmósfera terrestre se producen otras partículas. Inicialmente se trata de los llamados piones, de cuyo rápido decaimiento resultan los muones. Estos últimos son partículas penetrantes que constituyen la radiación de origen cósmico y que incide en la superficie terrestre.

Científicos del Instituto de Geografía (IGg) en conjunto con sus estudiantes sugieren incorporar explosiones volcánicas en alertas tempranas de tsunamis. Lo anterior debido a que la erupción del volcán submarino Hunga Tonga-Hunga Ha'apai, en Tonga, fue tan potente y única que su estallido dio la vuelta al mundo por más de cinco días seguidos, generando tsunamis en el orbe, lo que ha llevado a expertos a sugerir la inclusión de estas explosiones en la alerta temprana por tsunami, con el fin de que la información llegue a las comunidades costeras de manera oportuna. Este fenómeno registrado el 15 de enero de 2022, el cual generó una explosión equivalente de 4 a 18 megatoneladas de TNT y ondas de choque que se propagaron por la atmósfera, inclusive llegaron hasta la ionosfera donde orbitan los satélites alrededor de nuestro planeta.

En el marco del Tercer Foro Nacional de Geociencias, expertos del Centro de Geociencias (CGeo), del Instituto de Geografía (IGg), el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred) y el Seminario Universitario de Riesgos Socioambientales (SURSA) buscan establecer un sistema de alertamiento volcánico para México y Centroamérica. Destacaron que las alertas tempranas menos desarrolladas en el país son las volcánicas y de tornados. Autoridades Universitarias destacaron el papel que debe jugar la Universidad en el desarrollo de estos instrumentos en beneficio de los grupos más vulnerables, sin embargo, precisaron que el diseño e implementación de alertas es un desafío considerable para los sistemas nacionales de gestión de riesgos, ya que implican un gran esfuerzo de colaboración entre diferentes áreas científicas, organizaciones de gobierno y liderazgos sociales que, en general, es difícil conseguir. Los investigadores universitarios destacaron el compromiso de trabajar en sistemas de alertas integrales, además de poder definir diferentes escenarios eruptivos, el alcance de los productos, realizar el análisis de vulnerabilidad física, social y económica de las poblaciones expuestas y establecer protocolos de comunicación para una adecuada gestión y la reducción de riesgos.

Científicos del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAYCC) informaron que existe un registro alentador sobre la regeneración de la capa de ozono. Los académicos universitarios se refirieron a la evaluación científica más reciente sobre el agotamiento del ozono conducida por la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, la cual señala que en algunas partes de la estratósfera la capa de ozono se ha recuperado a un ritmo del uno al 3% por década desde el año 2000.

El Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra (LANOT), ha contribuido en el desarrollo de herramientas fundamentales para la operatividad de varios sistemas de alertamiento temprano, proveyendo de insumos de percepción remota necesarios para evaluar las amenazas y asociados a fenómenos que podrían ser ciclones tropicales, tormentas severas, sequías, incendios forestales, ondas de frío, calor, e incluso el comportamiento de plumas volcánicas. Expertos del laboratorio destacaron que las alertas tempranas se basan en premisas como: diseño y detección de amenazas múltiples; esto requiere que sean de principio a fin, lo que involucra la identificación de los peligros, el monitoreo de amenazas y traducir esta información en mensajes claros para la población.

Científicos del Instituto de Ingeniería (II) destacaron que las experiencias sísmicas ofrecen estimaciones para contar con edificaciones más resistentes. Los especialistas de II son capaces de ofrecer actualizaciones en términos de la reglamentación de la capital de la República Mexicana, al Manual de Obras Civiles u otros manuales de construcción, pues con los instrumentos tienen información de lo que pasa alrededor del sismo. Mediante modelos estadísticos pueden efectuar evaluaciones del movimiento en zonas donde no se tienen datos, sus reportes presentan una simulación por computadora del sismo, dónde podrían ocurrir las afectaciones y se empata con los reportes de daños. Destacaron que gran parte de los equipos de medición sísmica que forman parte de esta red son desarrollados en México, lo que permite realizar mejoras constantes y en un mediano plazo contar con un producto patentable.

Científicos del Instituto de Astronomía (IA) explicaron que hay una vigilancia constante por parte de muchos países en el orbe, contra cualquier objeto que pueda venir del cielo y producir algún problema sobre la Tierra. Una de estas fuentes es la basura espacial. Destacaron que la primera misión de defensa planetaria del mundo impactó con éxito su objetivo, en lo que fue el primer intento de la NASA de desviar un cuerpo celeste en el espacio exterior, mostrando una técnica viable para evitar que un asteroide o cometa se estrelen contra la Tierra. Gracias a las diferentes misiones que hay sobre la vigilancia de asteroides, hasta el momento no existe alguno que represente una amenaza. La Oficina de Coordinación de la Defensa Planetaria, conjunta esfuerzos con agencias espaciales de otros países a través de la Red Internacional de Alerta de Asteroides y el Grupo Asesor de Planificación de Misiones Espaciales, que cuenta con el respaldo del Comité de las Naciones Unidas para la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Prácticos.

Investigaciones sin aplicación directa

Investigadores del Instituto de Astronomía (IA) encontraron una nueva forma de explicar la expansión acelerada del Universo, utilizan el cálculo fraccionario para explicar el comportamiento a gran escala y al extender la teoría de gravitación de Einstein, las cuales incluyen que la manera en la que se curva el espacio es mayor a la que estima la teoría general de la relatividad.

Científicos del Instituto de Geofísica (IGef) continúan investigando la naturaleza del bólido que causó la extinción de los dinosaurios. Con el paso de los años en dicha investigación se han descartado hipótesis y se han aclarado otras. Gracias a los estudios en el sitio, actualmente se sabe que el cráter Chicxulub fue provocado por un asteroide y no un cometa, lo que ocasionó la extinción de los dinosaurios. Los científicos determinan si este bólido causante de cataclismo en la Tierra se trató de un asteroide proveniente de la Nube de Oort.

En el Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRyA) reportan que las primeras imágenes del agujero negro supermasivo en el centro de nuestra Galaxia, tomadas con el Telescopio de Horizonte de Eventos, revelaron la sombra producida por el agujero negro y permiten poner a prueba las teorías de gravitación. La excelente coincidencia entre el tamaño observado de la sombra y los valores predichos por la Teoría de la Relatividad General confirma la validez

de dicha teoría en la situación de campo fuerte que corresponde al entorno de agujeros negros supermasivos. Además, advierten que se detectaron por primera vez núcleos calientes extragalácticos. Asimismo, que se identificó la emisión de varias moléculas orgánicas complejas en la región de formación estelar N105 en la nube chica de Magallanes; y que tentativamente se detectó la molécula formamida (NH_2CHO) que es importante astrobiológicamente. También señalan que se descubrió una sobredensidad de galaxias a un corrimiento al rojo de 4.5, cuando el universo tenía menos del 10% de su edad actual. Un estudio multifrecuencia indica que dicha estructura probablemente evolucionó en los cúmulos de galaxias de la presente época. Por último, usando observaciones muy sensitivas y de alta resolución de ALMA de *Eta Carinae* se reveló que la emisión molecular detectada hace más de una década por el observatorio APEX proviene realmente de las paredes del famoso *Homunculus*. Se había propuesto que esta emisión era proveniente de un toro roto que estaba alrededor de *Eta Carinae*. Las nuevas observaciones mostraron que dicho toro no es real, además de permitir conocer la cinemática en 3D del gas molecular alrededor de *Eta Carinae*.

Ciudades

El Instituto de Ingeniería (II) implementó desde hace cinco años el Observatorio Hidrológico como una fuente de información en tiempo real para conocer dónde y cómo llueve en la Ciudad de México, a fin de prevenir desastres, mantener a salvo a la población y proveer a las autoridades de herramientas para la toma de decisiones. Actualmente cuenta con 55 estaciones de medición en la CDMX que logran medir con exactitud el nivel de agua en algunos puntos de la capital: en las estaciones Zapata se han alcanzado casi 90 mm y en Acoxta 112 mm (equivalente a descargar 112 litros de agua en una superficie de un metro cuadrado). Los usuarios de la red social Twitter pueden recibir mensajes desde @ohiunam el usuario recibe mensajes que dicen: "Inicio de lluvia en"; "Fin de lluvia en"; o "Intensidad de lluvia".

Investigadores del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAYCC) señalaron, junto con investigadores de la Universidad de Toronto, que en la última década se han incrementado los niveles de amoníaco (NH_3) en el aire de la Ciudad de México, destacaron que el NH_3 es un precursor de partículas contaminantes en la atmósfera y afecta la calidad del aire, el clima y la biodiversidad.

También en el ICAYCC prevén que para 2060 el cambio de uso de suelo que ocurre en la zona metropolitana (ZM), particularmente el Estado de México, llevará a un incremento en la temperatura y la reducción en lluvias en la Ciudad de México, Hidalgo y Estado de México, lo anterior debido a la desaparición de cuerpos de agua. Los científicos precisaron que el incremento en la temperatura media en este escenario de urbanización se presenta en Tláhuac y Xochimilco con 0.8 y 1 grado centígrados más para la Ciudad de México. Para el Estado de México en Zumpango, Tepetzotlán, Ecatepec y Texcoco con incrementos de 1 a 1.3; y en la cuenca hidalguense y el Llano de Tula con 1.1 grados de incremento en temperatura.

El mismo Instituto trabajan en conjunto con instancias gubernamentales como la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAME) y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) en el proyecto denominado Observatorio Mexicano del Clima y Monitoreo Satelital para la Calidad del Aire. Se trata de un observatorio mexicano de monitoreo satelital que planea el lanzamiento al espacio del satélite Tempo, para generar datos de contaminantes y calidad del aire, los cuales podrán ser analizados por instancias académicas y gubernamentales con el propósito de nutrir la vigilancia detallada y el análisis científico sobre este tema.

El Instituto de Geografía (IGg) apoyará a la alcaldía de la Magdalena Contreras, en el diagnóstico de asentamientos irregulares. El documento se denomina "Actualización de estudios de afectación urbana y ambiental y de riesgo específico en cinco asentamientos humanos irregulares de la alcaldía Magdalena Contreras", ambas instancias trabajarán para realizar el análisis en las zonas de Cazulco, Ixtlahualtongo, Subestación, Gavillero y Tecutlalpan, que combinan lotificación y vialidades irregulares. Las autoridades del IGg destacaron que para esta colaboración se utilizarán drones, modelado avanzado, análisis de impacto y de riesgo, y además llevarán a cabo un censo de la población local.

Investigadores del IGg, en conjunto con el Seminario Universitario de Riesgos Socioambientales (SURSA), coincidieron en que la reconstrucción de la Ciudad de México tras el sismo del 19 de septiembre de 2017 presenta rezagos y es posible que continúen más allá de este sexenio. Señalaron que hay un importante número de viviendas en proceso administrativo con las cuales no se han iniciado trabajos de rehabilitación o reconstrucción por diversas razones. Por ejemplo, en la zona de Iztapalapa hay 2035 viviendas en esta condición; en Tláhuac, 1835; así como en Iztacalco, Benito Juárez y Coyoacán con 1717 viviendas; y en Miguel Hidalgo, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza y Azcapotzalco con otras 1705.

Salud

El grupo de investigación del Centro de Ciencias Genómicas (CCG) rediseñó la infraestructura computacional de Regulon DB, la base de datos de regulación transcripcional de *Escherichia coli*, incorporando por primera vez los datos públicos de la identificación masiva de elementos de regulación como son inicios de transcripción, unidades de transcripción y terminadores, así como sitios de pegado de reguladores transcripcionales (con ChIP-seq, ChIP-ex, gSELEX y DAP-seq), y perfiles globales de expresión de RNA-seq. En el mismo Centro, reportaron que no sólo los datos de plegamiento en el ribosoma están totalmente de acuerdo con las mediciones biofísicas *in vitro* clásicas, sino que también proporcionan evidencia de cómo las proteínas plegadas podrían haber evolucionado por duplicación y fusión de fragmentos más pequeños del ARN. El túnel de salida ribosomal podría conceptualizarse como un sitio activo que está bajo presión evolutiva para influir en el plegamiento de proteínas. Por otra parte, se combinó modelado matemático, evolución experimental y secuenciación de genomas, para seguir las trayectorias evolutivas de la resistencia a antibióticos betalactámicos. Un modelo de dinámica de población y

el análisis fenotípico y genómico de las poblaciones evolucionadas muestran que la tasa de adaptación a la resistencia a dichos antibióticos depende de la fuerza de la selección, pero también de las limitaciones evolutivas impuestas por exposiciones previas a fármacos. Además, descubrieron nuevos fagos de ADN monocatenario-aislados de bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno *Rhizobium etli* y *R. phaseoli*. Los modelos tridimensionales de la proteína principal de la cápside viral (MCP) mostraron un pliegue estructural en forma de barril beta conservado. La filogenia de los huéspedes bacterianos coincide con la filogenia de MCP del microvirus, sugiriendo una historia coevolutiva entre los fagos y su huésped bacteriano. Por último, en el consorcio de investigación del Biobanco Mexicano en el cual participan, genotipificaron 1.8 millones de marcadores en 6057 individuos de 32 estados y 898 localidades de muestreo en México, con información vinculada de rasgos complejos y enfermedades, creando una valiosa base de datos nacional de genotipos y fenotipos, logrando inferir historias ancestrales de las últimas 200 generaciones en diferentes regiones mesoamericanas.

Científicos del Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIBO), en conjunto con expertos del Instituto Nacional de Cancerología (INCan), identificaron el mecanismo mediante el cual el virus del Papiloma Humano (VPH) produce cáncer. Los expertos detallaron que los virus utilizan ciertos elementos que la célula tiene y no emplea, pero al VPH le permite sobrevivir de manera permanente. Identificar este mecanismo hace posible que estos segmentos sean blanco de tratamientos que eviten que el VPH descomponga la maquinaria celular.

En el mismo Instituto, dieron a conocer que investigan las causas bioquímicas relacionadas con el mecanismo que produce algunas lesiones en el cerebro de quienes lo padecen. En México un millón de personas presentan la enfermedad y que su investigación se enfoca a estudiar marcadores que dejan ver cómo las dietas altas en grasa afectan la función neuronal y se relacionan con situaciones bioenergéticas neuronales y descubrir cuáles son los mecanismos que desencadenan la aparición de estos marcadores que son las placas y ovillos. Aunque no hay evidencias científicas, se piensa que el origen de la enfermedad se debe a una combinación de factores de riesgo, algunos de ellos no modificables como la edad o la genética; y otros modificables, como el estilo de vida.

Especialistas del Instituto de Biotecnología (IBt) realizan investigación que permite avanzar en la búsqueda de fármacos contra el cáncer, con este fin replicaron en ratones una reacción química que produce luz, conocida como bioluminiscencia, la cual se presenta de manera natural en luciérnagas, algunos peces, calamares, medusas, camarones y hasta en bacterias. Los científicos aprovechan dicha luz para monitorear y entender el desarrollo de tumores y eventualmente encontrar fármacos que puedan prevenir su crecimiento. Se explora el comportamiento del cáncer desde distintos frentes con el fin de encontrar nuevos tratamientos de bajo costo y accesibles.

Del mismo IBt, el Laboratorio sobre Plasticidad Celular trabajan en sistemas *in vitro* dirigidos a generar organoides, órganos formados artificialmente en un laboratorio. Hasta ahora han desarrollado organoides del intestino, su inves-

tigación se encuentra emparejada con lo que se hace en otros laboratorios del mundo.

Científicas del Instituto de Fisiología Celular (IFC) y de la Facultad de Medicina explicaron que el abrazo es benéfico para la salud y que su carencia provoca alteraciones metabólicas y del comportamiento. Las científicas destacaron que la amistad pone a funcionar un círculo de virtud relacionado con una molécula llamada oxitocina que se libera en el cerebro, la cual se relaciona con el apego y confianza. “Nos gusta mucho esa sensación de bienestar por tener a nuestro amigo o a una pareja de muchos años, que nos brinda esa confianza”. Cuando una persona está en una situación problemática con estrés, se siente ansiosa, enojada o triste, el mejor antídoto natural fisiológico que puede tener es la empatía.

El Laboratorio Internacional de Investigación sobre el Genoma Humano (LIIGH) reportó avances del primer Registro Mexicano de Lupus; entre los resultados recabados en un año se destaca que mujeres de origen latino y africano tienen mayor incidencia para padecer esta enfermedad. Los investigadores del proyecto destacaron que el Lupus afecta con más frecuencia la piel, articulaciones y órganos internos como riñones y corazón. El Registro recaba información clínica y sociodemográfica de personas mexicanas con la enfermedad. El análisis e integración de los datos facilita la generación de nuevos conocimientos sobre cómo se comporta esta patología.

Científicos del Instituto de Química (IQ) destacaron que en México existe potencial para el estudio químico de los productos naturales, además de que es el quinto país megadiverso del mundo y tiene de 25 mil a 30 mil especies vegetales locales; es decir, 10% de las plantas del planeta. Los expertos estiman que en 81 años de existencia en el Instituto de Química (IQ) de la UNAM se han estudiado de 850 a 900 especies vegetales, y descrito un estimado de tres mil compuestos naturales. Entre los compuestos que han sido de interés para el ser humano destacan: la morfina (que es analgésica), la efedrina (vasoconstrictor, útil para tratamiento bronquial) y la salicina (poderoso analgésico y anipirético de donde deriva la aspirina). También la estrictina (veneno), el geraniol (para perfumes), la cafeína (estimulante) y la vincristina (antileucémico), aunque no se sintetizaron en el IQ da muestra del potencial de la naturaleza para obtener productos benéficos para el ser humano.

Científicos del Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT) pertenecientes a la Unidad de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Instituto en el Hospital General de México “Doctor Eduardo Liceaga”, plantearon diseñar un sistema de electrocardiografía portátil de bajo costo basado en inteligencia artificial que detecte latidos irregulares del corazón, como bradicardias y taquicardias, con alta sensibilidad y especificidad, en especial en comunidades alejadas que no tienen acceso a especialistas ni a costosos equipos médicos de diagnóstico. Por este diseño obtuvieron el premio LARA (Latin America Research Awards) 2021, que otorga la compañía Google.

Científicos del Instituto de Química (IQ), Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM) y del Instituto de Astronomía (IA) destacaron en conferencia que

la ciencia y el deporte están estrechamente relacionados. La adrenalina, por ejemplo, es una molécula que tiene influencia directa sobre el comportamiento de huida y supervivencia de los individuos; es la misma que se segrega antes de practicar en algún deporte. Sin embargo, cuando se tiene ansiedad la hormona también se libera por lo que de no controlarse su exceso puede generar enfermedades psicosomáticas debido a que se imagina un peligro que no existe.

El Programa Universitario de Investigación en Salud (PUIS), en conjunto con el Proyecto de Educación sobre Resistencia Antimicrobiana en México y Reckitt, coordinan investigaciones y trabajan en concientizar a la población sobre el crecimiento de esta problemática. Autoridades del PUIS alertaron que para 2050 una de las principales causas de muerte será por la resistencia a los antibióticos.

Energía y pobreza

Científicos del Instituto de Energías Renovables (IER), en conjunto con la Universidad de Birmingham, Inglaterra, impulsan un proyecto binacional que busca implementar en hogares mexicanos de familias que viven en pobreza energética, equipos de energías renovables y ecotecnologías para uso doméstico. El proyecto se denomina “Mitigación de pobreza energética con enfoque en capacidades a través de soluciones comunitarias innovadoras” (CaPAS, siglas en inglés), en el que participan personas de distintas disciplinas como: ciencias sociales, humanidades y ciencias duras, ya que se trata de un proyecto que no sólo busca dotar de equipos de energías renovables a las personas, sino concientizar acerca de la importancia del recurso en la vida diaria y dar a conocer alternativas limpias.

El Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES) formó parte de las ocho instituciones en el mundo que evaluarán la calidad de estufas de leña. Debido al trabajo de investigación que se lleva a cabo en el IIES, en particular en el Laboratorio de Innovación y Evaluación en Bioenergía, la Alianza de Cocinado Limpio seleccionó a la UNAM para formar parte del proyecto. La institución global está financiada por las Naciones Unidas, la cual también reconoció dos trabajos de Estados Unidos de América y los demás de Bolivia, Senegal, Uganda, Ghana y Kenia, en total ocho instituciones a nivel mundial evaluarán estándares ISO dirigidos a asegurar la calidad de las estufas que funcionan con leña o carbón, en términos de su eficiencia de combustión, emisiones contaminantes intramuros (monóxido de carbono y partículas suspendidas); emisiones de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, gas metano, carbono negro y otros), así como su durabilidad.

PUBLICACIONES Y OTROS RESULTADOS

Publicaciones

En el SIC, durante 2022 se produjeron 6841 publicaciones [2021: 6877]. De ellas, 4210 fueron artículos en revistas indizadas —3966 en revistas publicadas en el extranjero y 244 en México de circulación internacional—. Adicionalmente, se publicaron 122 artículos no indizados, 667 memorias en extenso,

111 libros, 520 capítulos de libro, 588 reportes técnicos, 24 mapas y 61 otras publicaciones —519 artículos de divulgación y 19 artículos de docencia—. Los becarios posdoctorales UNAM participaron en la publicación de 110 de los artículos indizados y las Investigadoras e Investigadores por México del Conacyt en 149.

Pese al aumento constante de las publicaciones, éstas disminuyeron en 36 respecto al año previo, pero se tienen indicios de que la estrategia de publicar con mayor calidad está avanzando. Existe un mayor número de publicaciones en revistas clasificadas dentro de los cuartiles 1 y 2, alcanzando el 68% para 2022.

Publicaciones destacadas

México publicó en la revista *Science* 10 artículos, de los cuales cinco fueron publicados por académicos pertenecientes al SIC; en el caso de la revista *Nature* el país publicó 11 documentos, cinco de estos fueron de académicos del Subsistema. Las entidades participantes en los 10 artículos fueron: CCG, IGL, Posgrado-ICML, IGef, IIES, IE, CIGA, IIM, IA, IF, ICN e IIBO.

Sobresalen dentro de los artículos indizados los siguientes:

Científicos del Instituto de Astronomía (IA) contribuyeron en el hallazgo de un nuevo tipo de estallido estelar: las micronovas. La investigación internacional se publicó en la revista *Nature* bajo el título “Localized thermonuclear bursts from accreting magnetic white dwarfs”.

Investigadores del IA participaron en una colaboración internacional que detectó un exoplaneta con el telescopio robótico SAINT-EX, el cual opera desde el Observatorio Astronómico Nacional de San Pedro Mártir (OAN-SPM), en Baja California. El hallazgo se publicó en la revista *Astronomy and Astrophysics*, el artículo tiene 19 colaboradores de varias partes del mundo, como el Instituto Tecnológico de Massachusetts y la Universidad de California, en Estados Unidos de América; el Instituto de Astrofísica de Canarias, España; y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina.

Científicos del IA descubrieron otro exoplaneta utilizando observaciones de radio de muy alta precisión, el hallazgo se publicó en la revista *The Astronomical Journal*, en conjunto con colegas del Observatorio Nacional de Radio Astronomía (NRAO) de Estados Unidos de América.

El artículo “Measurement report: Evolution and distribution of NH₃ over Mexico City from ground-based and satellite infrared spectroscopic measurements” del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAyCC), fue publicado recientemente por la revista *Atmospheric Chemistry and Physics*, de la Unión Europea de Geociencias y trata del aumento del amoníaco (NH₃) en la Ciudad de México.

Un código desarrollado en la UNAM supera en rendimiento a herramientas astronómicas similares. La creación de un innovador código de procesamiento para imágenes astronómicas le permitió a la doctorante Alejandra Lugo Aranda, del Instituto de Astronomía (IA) de la UNAM, ser la autora del primer artículo publicado en la naciente revista *RAS Techniques and Instruments* (RASTI), de la

Royal Astronomical Society. Asesorada por Sebastián F. Sánchez, también del IA, la joven investigadora explicó que el código, llamado PYHIIEXTRACTOR, permite identificar unas nubes de gas donde nacen estrellas llamadas regiones HII, las cuales pueden alcanzar un tamaño de varios cientos de años luz.

El grupo del doctor Heredia, del Instituto de Ciencias Nucleares (ICN), publicó en *Langmuir* "Interaction mechanisms and interface configuration of cysteine adsorbed on gold, silver, and copper nanoparticles". La misión *Curiosity*, en la que el doctor Navarro participaba, publicó en *Nature Astronomy* "Organic molecules revealed in Mars's Bagnold Dunes by Curiosity's derivatization experiment". La colaboración ALICE, con los doctores Paic y Ortiz, publicó en *Nature* "Direct observation of the dead-cone effect in quantum chromodynamics".

En el Instituto de Física (IF) las fases magnéticas en la materia cuántica son analizadas por sus académicos. Un trabajo publicado en *Physical Review Letters* describe cómo la relación entre el magnetismo, las redes ópticas, el enredamiento y las interacciones magnéticas inducidas por una cavidad de alta reflectancia, permiten controlar el surgimiento de fases magnéticas en la materia cuántica en sistemas ultrafríos, demostrando que los ferromagnetos y los antiferromagnetos pueden ser producidos, surgiendo nuevas fases de la materia.

Del Instituto de Ciencias Físicas (ICF), a los doctores Aldana y Larralde les fue publicado en *Scientific Reports* de *Nature*, un artículo relacionado con el modelado del papel de la corrupción en la reducción del crimen organizado en México.

En el Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada (CFATA), fueron publicados dos artículos en la revista *Scientific Reports*, correspondiente a la serie *Nature* de la editorial Nature Publishing Group "Novel sustainable filter for virus filtration and inactivation" y "Classical harmonic three-body system: an experimental electronic realization".

Científicos del Instituto de Geología (IGI), realizaron una investigación sobre los crustáceos fósiles del Cretácico de México, sus hallazgos se publicaron en la revista *Journal of South American Earth Sciences*.

Científicos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML) advirtieron sobre la enfermedad de pérdida de tejido en los corales duros (Stony coral tissue loss disease), padecimiento contagioso y creciente, cuyo patógeno aún se desconoce, pero está asociada a la actividad humana en la región, con hoteles, muelles, aguas residuales, etcétera. Los investigadores describen la situación del coral en un artículo publicado en la revista científica *Communications Biology*, la pérdida de tejidos puede matar colonias de coral en cuestión de días o pocas semanas debido a su virulencia, además de que el pico del padecimiento se registró entre 2018 y 2019 cuando comenzó la mortalidad masiva.

El Instituto de Fisiología Celular (IFC), en un artículo publicado en la revista *Proceedings of the National Academy of Sciences*, reportó que la liberación de la dopamina, en el hipocampo dorsal del cerebro es necesaria para la actualización de la memoria de reconocimiento contextual espacial. Estos resultados podrían ser útiles para editar los recuerdos contextuales disfuncionales, como

son los estresantes y las adicciones a las drogas, a través de la actualización de la memoria.

También en el IFC se reportó en la revista *Antioxidants* que las enzimas catalasas de subunidad grande son proteínas quiméricas con un dominio de catalasa y otro con actividad de chaperona molecular que confiere estabilidad a la proteína. Además, los autores demuestran que el dominio de chaperona proviene de las Hsp31 bacterianas que son chaperonas moleculares. Se propone que temprano en la evolución de las bacterias ocurrió una fusión de una catalasa pequeña con una Hsp31 bacteriana.

El Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIBO) publicó en 2022 más de 30 artículos de alto impacto, resaltan los artículos de la doctora Tusie en *Nature Genetics*, *AJH Genetics* y *Genome Biology*; los manuscritos del grupo del doctor Gamba en *EMBO Molecular Medicine*, *Kidney International* y en el *Journal of the American Society of Nephrology*; el artículo del doctor Buijs en *Current Biology*; por su parte, el doctor Rosetti publicó un meta-análisis en la revista *Autoimmunity Reviews*, y el artículo del doctor Miranda en *Proceedings of the National Academy of Sciences*.

Patentes, desarrollos tecnológicos y derechos de autor

Los centros e institutos del SIC reportan en 2022, 44 solicitudes de patentes [2021: 38], de las cuales cinco fueron internacionales; adicionalmente, les fueron otorgadas 32 patentes [2021: 33], de éstas, dos son de carácter internacional. Algunos de los desarrollos tecnológicos destacados en la prensa académica fueron:

En el Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM) le fue otorgada una patente nacional en el área de Porfirinas dendronizadas con alta transferencia de energía. Adicionalmente, diseñó y cedió los derechos para su comercialización de un cubrebocas antimicrobiano con un material registrado como SakCu.

En el Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada (CFATA), este año se obtuvieron dos certificados en el Registro Público del Derecho de Autor a nombre de la UNAM, por el desarrollo tecnológico de programas de cómputo que promoverán el acercamiento a la ciencia en la población en general y, en particular, en niños y jóvenes utilizando nuevas tecnologías de realidad virtual. En este desarrollo participaron como autores un investigador y un técnico académico de la entidad, así como un estudiante de licenciatura.

En el Centro de Nanociencias y Nanotecnología (CNyN), les fueron otorgadas dos patentes: la primera, "Scintillator Nanocrystal-containing Compositions and Methods for their Use," International US Patent Number US 11224656 B2 (publicada enero 2022). Inventores: Makale M.T., Wrasidlo, W.J., Kesari, S., McKittrick, J., Hirata G.A. and Graeve, O.A.; la segunda, MX/a/2017/002540 "Composición farmacéutica de nanopartículas de plata y uso de esta en el tratamiento de cáncer sin efectos genotóxicos", concedida con el número MX390732 el 2 de marzo de 2022, doctora Nina Bogdanchikova y colaboradores.

Científicos del Instituto de Energías Renovables (IER) de la UNAM desarrollaron el videojuego denominado *Save Perovskite*, cuyo objetivo es enseñar a

alumnos de nivel licenciatura a fabricar celdas solares y medir su eficiencia al generar electricidad. Lejos de enfrentar a fantasmas y luchar contra fuerzas oscuras, *Save Perovskite* plantea una situación hipotética dentro de un laboratorio: un centro de investigación al cual se le acaban los fondos económicos para realizar investigación y existe el riesgo de que sea clausurado, por ello los jugadores deben hacer su mejor esfuerzo para obtener resultados y rescatar la inversión, explicaron los desarrolladores. El nombre del juego se debe a una de las tecnologías fotovoltaicas investigadas en el IER: la Perovskita híbrida. Se trata de una familia de materiales con aplicaciones fotovoltaicas prometedoras y a partir de la cual se realizan celdas solares desde 2008. Actualmente se tiene un prototipo del juego dirigido a alumnos de licenciatura que requieren conocimientos de física, matemáticas, química, ingeniería eléctrica y electrónica, entre otros.

En el Instituto de Fisiología Celular (IFC) se registraron y otorgaron diversas patentes, entre estas, el doctor Gabriel del Río cuenta con la solicitud de patente nacional e internacional titulada "Proteína optimizada que comprende los aminoácidos esenciales para la nutrición humana", con la que obtuvo el primer lugar del Programa para el Fomento al Patentamiento y la Innovación, otorgado por la Coordinación de Vinculación y Transferencia Tecnológica de la UNAM. Asimismo, se le otorgó una patente nacional al doctor Juan Carlos Gómora.

Arbitraje en revistas internacionales

Académicos del SIC participaron como árbitros en revistas indizadas de prestigio internacional en 2784 dictámenes [2021: 2413] en los que participaron 805 académicos del SIC.

Edición de publicaciones periódicas de difusión

El SIC durante 2022 dio continuidad a la edición de 18 publicaciones periódicas, 16 indizadas —siete en WoS, ocho en Scopus y una en Latindex— y de circulación internacional.

VISUALIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO CIENTÍFICO

Para la visualización de las capacidades del equipamiento y de servicios de la UNAM, la CIC construyó una plataforma desde el año 2014, misma que año con año avanza en sus potenciales. Durante 2022 sus logros fueron los siguientes:

En el marco del desarrollo de la plataforma LabUNAM (<http://labunam.unam.mx>) y con el objeto de conocer su potencial de vinculación para realizar servicios tecnológicos, se llevó a cabo la actualización y operación del sistema de 495 laboratorios con información validada con sus responsables, entre los que se encuentran 38 laboratorios de carácter nacional, 24 universitarios y 431 unidades de apoyo a la investigación, pertenecientes al Subsistema de la Investigación Científica, al Subsistema de Humanidades y la de Escuelas y Facultades, gestionando 270 servicios tecnológicos. Asimismo, se llegó a la cifra

de 67 microsítios dentro de la plataforma, en los cuales se informan las labores que los laboratorios desarrolla y ofertan.

Del mismo modo, se continuó con el diseño de Indicadores de desempeño y su implementación dentro de la plataforma. Conforme a lo establecido en el Plan de Desarrollo Institucional 2019-2023, se pretende tener un panorama preciso de la infraestructura científica y tecnológica con que cuenta la UNAM con el objeto de incrementar su nivel de madurez tecnológica y utilidad hacia la toma de decisiones.

El diseño del sistema de indicadores considera cinco ejes temáticos: a) infraestructura, b) equipamiento, c) personas, d) recursos y e) resultados. El sistema, aún en desarrollo, permitirá contar con información clave para una mejor relación con terceros interesados en las capacidades de investigación de la Universidad, así como la optimización en el uso de sus capacidades científicas y tecnológicas. Su diseño corrió a cargo de la Coordinación de Gestión de la Calidad Productiva (CGC) de la CIC. El nuevo instrumento con siete secciones relativas a la forma en que las actividades de los laboratorios y los proyectos que albergan, inciden en los Pronaces del Conacyt y los ODS.

Algunos de los avances en materia de infraestructura y capacidad experimental en 2022 fueron:

Científicos del Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT), en conjunto con el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), y del Hospital General de México "Doctor Eduardo Liceaga" (HGMEL), pusieron en marcha el Laboratorio de Arqueología Digital, ubicado en el Centro INAH Michoacán.

En el Instituto de Física (IF) dio inicio el Programa de Conectividad Móvil PC Puma. En noviembre del 2022 se llevó a cabo la ceremonia inaugural del Programa de Conectividad Móvil PC Puma, convirtiéndolo en uno de los primeros en poner en marcha ese proyecto cuya finalidad es dar a los estudiantes asociados y académicos un equipo de cómputo y una conectividad inalámbrica WiFi6. Este proyecto es parte de la consolidación del PDI 2019-2023.

Además, el IF logró el Repositorio Universitario. El 17 de junio, la Dirección General de Repositorios Universitarios llevó a cabo el acta entrega-recepción al Instituto, donde acredita la primera parte de la conformación de su propio Repositorio, convirtiéndose en la primera entidad del SIC en contar con su resguardo. La primera etapa contempló tres periodos: el jurídico, los derechos de autor y aquéllos relacionados con la obtención de las versiones finales de los documentos que enmarcan al Repositorio.

En el marco de la conferencia "Premio Nobel de Física", científicos del Instituto de Física (IF) y del Instituto Ciencias Nucleares (ICN) destacaron que en esta área los científicos universitarios realizan nuevos aportes, recientemente crearon imágenes de tejido biológico con mayor resolución que con sistemas clásicos. Destacaron que fue en el ICN donde se generaron, por primera vez, parejas de fotones en una microsfera, los cuales tienen el ancho espectral más pequeño encontrado hasta el momento. Presentaron el proyecto de microscopía de coherencia óptico-cuántica que mediante el uso de parejas

de fotones, donde un fotón interactúa con un tejido biológico, que en este caso es un ala de libélula, se puede hacer un estudio morfológico, medido con técnicas cuánticas, que fue lo que realizaron los galardonados con el Premio Nobel de Física 2022, John Clauser, Alain Aspect y Anton Zeilinger en los años 70, 80 y 90, del siglo pasado. Los expertos recordaron que los científicos en la UNAM cuentan con infraestructura sólida en tecnologías cuánticas como la Red de Tecnologías Cuánticas, la División de Información Cuántica de la Sociedad Mexicana de Física, el Laboratorio Nacional de Materia Cuántica (LANMAC) y el Laboratorio de Átomos Fríos y Óptica Cuántica, además de que existe investigación teórica en el área desde hace varias décadas en el IF.

En el Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas (II-MAS) reporta la conclusión de la construcción de la Unidad Académica en el estado de Yucatán, dentro del proyecto de la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) Unidad Mérida, y con el edificio que albergará a la Licenciatura en Ciencia de Datos en Ciudad Universitaria.

El Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIBO) de la UNAM logró renovar el Laboratorio de Bioseguridad Nivel 3 (BSL3), especializado en virus.

El Instituto de Biología (IB) cuenta con un nuevo secuenciador ISEQ de última generación para análisis de secuenciación genómica. El equipo fue adquirido por el Posgrado de Ciencias Biológicas y fue ubicado en el Laboratorio de Secuenciación Genómica del Instituto de Biología; se trata de equipo de punta en beneficio de la población estudiantil del posgrado.

En el Instituto de Geofísica (IGef) y con apoyo de la Secretaría Técnica, se recondicionó el Departamento de Recursos Naturales, se equipó con un sistema inteligente el auditorio Tlayotli; a la vez se realizaron mejoras en la infraestructura de la estación Magnética de Teoloyucan; también se inició la obra de ampliación de dos edificios en la Unidad Michoacán, asimismo se renovó el cableado de red en dos edificios en CU y se incrementó el ancho de banda en el Museo de Geofísica y en CU. Finalmente, se comenzaron a realizar acciones sustentables, como el ahorro de agua, la instalación de despachadores y medidores Pumagua; ahorro de energía con un estudio del sistema eléctrico por parte de la Facultad de Ingeniería y la instalación de un medidor en la acometida principal del IGef; y se renovó la infraestructura de iluminación a sistema led en el Museo de Geofísica.

El Instituto de Geografía (IGg) adquirió una aeronave Cessna T206H Turbo Stationair que servirá como un Laboratorio Aéreo para realizar estudios de percepción remota, exploración científica, desarrollo tecnológico y docencia. Este es el primer avión con el que cuenta la Universidad y esta iniciativa, apoyada por más de 20 institutos y facultades universitarias, permitirá ampliar sus capacidades de investigación y de colaboración con otras instituciones del país, para dar solución a los grandes problemas nacionales.

El Centro de Geociencias (CGC) formalizó ante las autoridades el Observatorio Interactivo del Hundimiento y Fracturamiento del territorio en la UTOPIA de San Sebastián Tecoloxtitlán, resultado de la colaboración con la Alcaldía de Iztapalapa y el apoyo del Conacyt.

En 2022 se inició la sede Mérida del Instituto de Química, en donde laboran dos investigadores y un técnico académico

CERTIFICACIÓN Y ACREDITACIÓN

La pandemia causada por la enfermedad COVID-19 tuvo un impacto significativo en todas las actividades de la Coordinación de Gestión para la Calidad de la Investigación durante 2020 y 2021. Con el cierre de las instalaciones universitarias por el estado de emergencia, las actividades en muchos de los laboratorios certificados y acreditados se vieron afectadas. No obstante, en 2022 las actividades de certificación, acreditación y autorización de los laboratorios se normalizó y se renovaron las 314 certificaciones ISO 9001:2015 y las acreditaciones ISO 17025:2017 de los laboratorios que ya contaban con estos reconocimientos internacionales. Asimismo, se obtuvieron 11 nuevas certificaciones:

- Laboratorio Nacional de Manufactura Aditiva (MADiT) del Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología
- Laboratorio Nacional de Canalopatías del Instituto de Fisiología Celular
- Unidad de Informática Marina (UNINMAR) del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
- Ocho clínicas de Universitarias de Atención a la Salud en la FES Zaragoza

A diciembre de 2022, la UNAM cuenta con 325 laboratorios y áreas certificados y acreditados bajo normas internacionales. Es uno de los programas de evaluación de la conformidad con mayor alcance en una institución de educación superior en el mundo.

Adicionalmente, el Laboratorio Nacional de Análisis de Moléculas y Medicamentos Biotecnológicos del Instituto de Biotecnología (IBt) obtuvo la autorización de la Cofepris como laboratorio de pruebas para el estudio, experimentación de medicamentos y materias primas, auxiliar de la regulación sanitaria.

Como parte de las actividades de formación en sistemas de gestión, se impartieron siete cursos para 377 académicos. Es de destacar que se retomaron los cursos con ponentes internacionales y el maestro Charles Corrie impartió dos cursos a finales del año: Standardization practices, e ISO 9001 auditing practices.

La CGCI tuvo una destacada participación en los Comités Internacionales de Normalización de la Organización Internacional de Normalización (ISO) en 2022, destacando los comités de: Aseguramiento y Gestión de la Calidad (ISO/TC 176); Gestión de la Innovación (ISO/TC 279); Aprendizaje y Servicios Educativos (ISO/TC 232); Biodiversidad (ISO/TC 331); y Aseguramiento de la Conformidad (ISO/CASCO). Es importante mencionar que en los comités ISO TC/232, ISO/TC 279, ISO/TC 331 e ISO/CASCO la participación de los miembros de la CGCI fue en calidad de jefe de la Delegación Mexicana, teniendo entre otras responsabilidades, la de emitir el voto a nombre de nuestro país.

En cuanto a las actividades de Normalización Nacional, en 2022, miembros de la CGCI participaron en las reuniones del Comité Nacional de Normalización

de la Secretaría de Economía. Finalmente, participó en los Consejos Directivos de Mexicana de Acreditación y del International Organic Accreditation Services (IOAS).

El Instituto de Geografía (IGg) reporta que en 2022 el Geoparque Mixteca Alta obtuvo la revalidación como Geoparque Mundial ante la Unesco. Esta certificación, con validez de cuatro años, asegura que los sitios y paisajes que integran al Geoparque de la Mixteca Alta son geológicamente importantes a nivel internacional y en su gestión consideran la protección del patrimonio natural y cultural de la zona, así como el impulso a la educación y el desarrollo sostenible de sus comunidades.

DOCENCIA

El ejercicio de la docencia durante 2022 continuó con el esfuerzo sostenido de enseñar a las nuevas generaciones de investigadores, docentes, divulgadores de la ciencia y a los profesionales tradicionales. Tal esfuerzo se muestra en las cifras crecientes de atención a alumnos y de egresados.

Con información de los centros e institutos, para 2022 se reportan 9721 alumnos atendidos [2021: 8792], de los cuales 7991 estuvieron realizando tesis o estancias en los laboratorios de entidades del SIC. Por niveles, 3515 estuvieron cursando licenciatura, 309 fueron pasantes, 3952 en algún posgrado y 1844 realizando su servicio social. Los que obtuvieron el grado fueron 1730 —736 de licenciatura, 10 de especialidad, 619 de maestría y 365 de doctorado—. De todos los alumnos atendidos, 2987 contaron con alguna beca [37.38%].

Se impartieron 3668 [2021: 2988] cursos regulares —1654 de licenciatura, 98 de especialidad, 1551 de maestría y 365 de doctorado—, 386 cursos únicos, y 1270 [2020: 1118] alumnos realizaron su servicio social. Cabe destacar el aumento de la atención a alumnos aún cuando la planta académica apenas creció en una persona.

Este crecimiento se sustenta en el marco de una apuesta del sistema científico público del país y a la creciente demanda del ingreso de jóvenes, a las que el SIC atiende bajo dos frentes: uno interno y otro externo.

Con respecto al frente interno: apunta por la sobrevivencia de las profesiones científicas que se cultivan en el SIC; en segundo lugar, los esfuerzos docentes optaron por un modelo de licenciaturas y posgrado en el cumplimiento de objetivos rápidos de obtener y bajo el modelo de méritos, donde los estudiantes interiorizan los nuevos valores de la academia.

En tercer lugar, se trata de una educación sustentada en la experiencia de los sujetos, es decir, los conceptos, teorías, métodos de análisis y experimentación son aprendidos y aplicados en el trabajo de investigación (aprendiendo a investigar, investigando), con lo cual el aprendizaje se suma al trabajo de las comunidades de manera virtuosa.

En el frente externo la apuesta educativa del SIC está en enseñar a las nuevas generaciones que aporten conocimiento nuevo y otros útiles para el país y el mundo. También busca la formación de profesionales éticos, bajo el paradig-

ma de sostenibilidad, que además de sumarse a las fuerzas laborales y productivas, lo hagan con humanidad, buscando la conciliación de los intereses y el bien común.

Por niveles, algunas de las actividades destacadas fueron las siguientes:

Bachillerato

Científicos de los institutos de Radioastronomía y Astrofísica (IRyA) y de Geofísica (IGef), junto con profesores de la Escuela Nacional Preparatoria y del Colegio de Ciencias y Humanidades, motivan en jóvenes de bachillerato el gusto por la ciencia a través de la Red Mexicana de Radiotelescopios (RMR). Los expertos recibieron una nueva generación de alumnos, luego de que se interrumpieron los trabajos de observación debido a la pandemia, para enseñarles a operar los radiotelescopios y que conozcan cómo es el trabajo con las grandes agencias espaciales como la NASA. Desde su creación, en 2009, la Red creció y cuenta con equipos de monitoreo de manera permanente en los planteles 9, 7, 6, 5, 4, 2 de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP); Vallejo, Naucalpan, Azcapotzalco y Sur del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), además de la Facultad de Ciencias, el Instituto de Geofísica y en Universum, y fuera de la comunidad UNAM en las universidades de Zacatecas, Hidalgo, Oaxaca, Querétaro y Nuevo León.

El Instituto de Química (IQ) realizó la edición 2022 del Programa de Estancias Cortas de Investigación, en el cual alumnos de bachillerato elaboraron un trabajo de investigación propio en un laboratorio calificado durante seis meses. En la clausura del evento participaron 54 estudiantes del Programa provenientes de diversos planteles de la ENP, el CCH, del Programa de Jóvenes hacia la Investigación, y de colegios particulares como el Madrid, el Simón Bolívar, la Preparatoria y la Universidad La Salle, además del Instituto Miguel Ángel.

En el Instituto de Geografía (IGg) se celebró el Festival Geópolis 4.0, dirigido a estudiantes de bachillerato y al público general. Éste es, sin duda, uno de los eventos de divulgación geográfica más importante en su tipo y se presentaron talleres, charlas, actividades artísticas, visitas guiadas, exposiciones, concursos y premiaciones. Participaron 56 académicos, 67 talleristas y decenas de voluntarios. El festival regresó al formato presencial, lo cual tuvo la asistencia de más de mil alumnos de nivel bachillerato.

En el Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas (IIMAS) se llevaron a cabo diversas actividades para acercar a los jóvenes a la investigación, tales como la organización e impartición de cursos de pensamiento computacional para niños de nivel primaria y secundaria, participación con seminarios y cursos en Diálogos IIMAS, participación en la Feria de las Ciencias y las Humanidades, y Programa de Jóvenes hacia la Investigación, entre otros.

Licenciatura

Se presentaron y aprobaron los proyectos para la modificación al plan de estudios de la Licenciatura de Ingeniería en Energías Renovables, así como de una

nueva asignatura para la Licenciatura en Nanotecnología. Asimismo, se aprobó la contratación de profesores de asignatura y ayudantes de profesor para los semestres 2022-2, 2023-1 y 2023-2 de las licenciaturas mencionadas.

El Consejo Técnico de la Investigación Científica aprobó el proyecto de creación de la Escuela Nacional de Ciencias Forenses, propuesta por los institutos de Investigaciones Antropológicas, Geología, Ciencias Aplicadas y Tecnología; las facultades de Artes y Diseño, Ciencias, Derecho, Medicina, Odontología, Psicología y Química.

En el marco del día del geógrafo, científicos del Instituto de Geografía (IGg) destacaron que hay un reducido número de geógrafos en el país y la mayoría se concentran en el centro del país: Ciudad de México, Toluca y Querétaro; faltan en las regiones norte y sursureste. Los expertos destacaron que cada día es más evidente la necesidad de un mayor número de geógrafos en México, toda vez que gran parte de los problemas que se viven en el territorio tienen que ver con falta de planeación, debido a que se actúa de manera reactiva, una vez que suceden los eventos se pone en acción para mitigarlos; sugieren funcionar de manera proactiva.

El Instituto de física (IF) llevó a cabo el Día de Puertas Abiertas 2022 el 26 de octubre, retomando su versión presencial. Esta edición tuvo como objetivo acercar a los estudiantes de licenciatura en Física y carreras afines en el país, al conocimiento generado por los académicos del IF. El título de esta edición fue: Diálogos científicos. Al evento asistieron más de 1300 estudiantes que tuvieron la oportunidad de asistir a 28 conferencias, conocer 27 laboratorios y disfrutar de otras actividades.

El Instituto de Matemáticas (IM), a través de su Unidad Juriquilla apoyó decisivamente el ingreso de la primera generación de la carrera de Matemáticas para el Desarrollo, aprobada a finales del 2021 por el H. Consejo Universitario.

Posgrado

En el marco del ciclo de conferencias "Panorama actual de las ciencias atmosféricas y del cambio climático", organizado por el Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAYCC), expertos de la Universidad de Vigo, España señalaron que es preocupante la contracción de las capas de la atmósfera ya que se produce un aumento en la basura espacial. Hay 33 millones de objetos volando sobre nuestras cabezas. Debido a que la estratósfera se contrae prevalecen objetos que se esperaba quemar o retirar del espacio, aumentando su tiempo de vida orbital y la cantidad de basura espacial. Los expertos de la Universidad de Vigo invitaron a estudiantes de posgrado de la UNAM y México a sumarse a su trabajo para revisar este fenómeno en la Universidad de Vigo, pues recientemente se obtuvieron recursos para avanzar en estos estudios.

Científicas del Instituto de Física (IF), del Instituto de Biología (IB), en conjunto con la Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTEI) de la Ciudad de México, hicieron posible la instalación de la Cátedra Unesco

de Diplomacia y Patrimonio de la Ciencia. Dicha Cátedra se instaló en el Pabellón Nacional de la Biodiversidad del Instituto de Biología (IB) y en el marco de su inauguración se contó con la participación del coordinador de la Investigación Científica, William Lee Alardín, y de Martha Delgado Peralta, subsecretaria de Asuntos Multilaterales y Derechos Humanos de la Secretaría de Relaciones Exteriores, quien puntualizó que la Cátedra surge como un espacio interdisciplinario de investigación sobre la diplomacia desde y para la ciencia. En ese contexto se insertó el memorando de entendimiento que suscribieron en la misma ceremonia las universidades Nacional Autónoma de México y Sharjah (UoS), de Emiratos Árabes Unidos. Ana María Cetto Kramis, titular de la Cátedra, refirió que este acto es el inicio de una nueva etapa del largo itinerario de un proyecto cuya semilla se sembró antes de la pandemia en el seno de la SECTEI, gracias a los esfuerzos de su titular y de la oficina de la Unesco en México.

El Programa Universitario de Investigación en Salud (PUIREE a partir de diciembre 2022) en conjunto con la Asociación Mexicana de Medicina Cannabinoide A.C., organizaron en línea el Diplomado Internacional de Endocannabinología, se realiza a partir de marzo de 2022. Tuvo como objetivo formar recursos humanos para la investigación, producción y prescripción de productos a base de cannabis y cannabinoides, desde una perspectiva científica integral.

En febrero se emitió la primera convocatoria de estancias para alumnos interesados en participar en el programa del German-Latin American Centre of Infection and Epidemiology Research (GLACIER), y en noviembre el Instituto de Ecología (IE) organizó el GLACIER International Symposium 2022, en colaboración con la Charité-Universitätsmedizin Berlin.

SECRETARÍA ACADÉMICA

Esta Secretaría maneja los asuntos académico-administrativos del personal académico de entidades asociadas al SIC. Dentro de sus atribuciones está el coordinar varias de la secretarías técnicas que apoyan en la operación de la CIC, entre la cuales destaca el Consejo Técnico de la Investigación Científica. A continuación, se describen algunas de las actividades realizadas durante 2022.

CONSEJO TÉCNICO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA (CTIC)

Acuerdos del Consejo Técnico de la Investigación Científica

En las 22 sesiones ordinarias y en cumplimiento de las atribuciones que el Estatuto del Personal Académico de la UNAM le señala, el CTIC revisó, decidió y tramitó 7714 asuntos académico-administrativos relacionados con el personal académico del Subsistema de la Investigación Científica (SIC). De estos asuntos, 3707 correspondieron a decisiones tomadas directamente por el CTIC, incluidas 3176 evaluaciones de informes anuales 2021; y los otros 4007 a decisiones del CTIC sobre los asuntos que ha delegado en los respectivos consejos internos y/o comisiones dictaminadoras de los institutos y centros del Subsistema, así como de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC)

y la Unidad de Proyectos Especiales en Apoyo en Investigación y la Docencia (UPEID). Entre el total de asuntos, 223 correspondieron a becas posdoctorales, 64 a periodos sabáticos —36 de ellos con goce de beca de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico— y 18 a concursos de oposición cerrados para obtener la promoción a Investigador Titular "C". Asimismo, se llevaron a cabo dos sesiones extraordinarias.

Programa de estímulos académicos

El CTIC ratificó 516 dictámenes del Programa de Primas al Desempeño del Personal Académico de Tiempo Completo (PRIDE), 58 dictámenes del Programa de Estímulos de Iniciación de la Carrera Académica para Personal de Tiempo Completo (PEI), 66 dictámenes del Programa de Estímulos Académicos por Equivalencia (PEE) y resolvió 22 recursos de revisión. Aunado a esto, se actualizaron las Comisiones Evaluadoras y/o Revisoras del PRIDE de 21 entidades académicas.

Acciones relevantes y aprobadas por el CTIC

Se llevaron a cabo elecciones para elegir a los consejeros representantes del personal académico ante el Consejo Interno de los institutos de Biología, Biotecnología, Ciencias Aplicadas y Tecnología, Ciencias Nucleares, Geofísica, Investigaciones en Materiales y Química, así como del Centro de Geociencias. También se realizaron elecciones para elegir a los consejeros representantes del personal académico ante los Consejos Asesores Internos de la DGDC y la UPEID.

Se presentaron y aprobaron las ternas para la designación de los directores de los institutos de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Ciencias Físicas, Geología, Matemáticas y Química.

El pleno del Consejo Técnico aprobó el dictamen de las comisiones para otorgar los siguientes estímulos especiales para técnicos académicos: Harold L. Johnson y Guillermo Haro Barraza, del Instituto de Astronomía; Doctora Helia Bravo Hollis, del Instituto de Biología; José Ruiz de la Herrán, Fernando Alba Andrade, Marcos Mazari Menzer y Alejandro Medina, del Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología; Federico Fernández Cancino y Guillermo Massieu, del Instituto de Fisiología Celular.

El CTIC aprobó la propuesta para otorgar la distinción de Investigador Emérito a la doctora Deborah Dultzin Kesler del Instituto de Astronomía; los doctores Carlos Federico Arias Ortiz y Agustín López Munguía Canales del Instituto de Biotecnología; el doctor Federico Páez Osuna del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, y la doctora Mónica Alicia Clapp Jiménez Labora del Instituto de Matemáticas.

Se aprobaron las propuestas para que 39 miembros del personal académico fueran nombrados jefes de departamento y de estación en varias entidades.

En el periodo, se llevó a cabo la evaluación de los informes de actividades del personal académico de las 30 entidades del SIC, de los seis proyectos de la UPEID y de la DGDC.

Se aprobaron los informes de las comisiones especiales revisoras para atender los recursos de revisión interpuestos por académicos de ocho entidades del SIC, de acuerdo con lo establecido en el artículo 106 del Estatuto del Personal Académico.

El CTIC revisó y aprobó la Propuesta de Transformación del Centro de Geociencias a Instituto de Geociencias; el Proyecto de Creación de la Escuela Nacional de Ciencias Forenses, presentado por el Consejo Técnico de la Facultad de Medicina; la propuesta de Creación de la Unidad Mérida del Instituto de Química (Química Biológica Computacional); y la creación de la Unidad Académica de Estudios Territoriales, Unidad Yucatán, del Instituto de Geografía.

Se propuso la integración de los Jurados del Premio Universidad Nacional y Reconocimiento Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos correspondientes al año 2022.

Se aprobaron las propuestas de modificación del Reglamento Interno del Instituto de Biología y de los centros de Física Aplicada y Tecnología Avanzada y de Nanociencias y Nanotecnología, así como de los Criterios de Evaluación del Personal de Investigación del Instituto de Biología.

Se presentaron y aprobaron los proyectos para la modificación al plan de estudios de la Licenciatura de Ingeniería en Energías Renovables, así como de una nueva asignatura para la Licenciatura en Nanotecnología. Asimismo, se aprobó la contratación de profesores de asignatura y ayudantes de profesor para los semestres 2022-2, 2023-1 y 2023-2 de las licenciaturas mencionadas.

Finalmente, el pleno del Consejo Técnico aprobó las propuestas de los consejos internos del Instituto de Ciencias Nucleares para que los Laboratorios de Química de Plasmas y Estudios Planetarios 1 y 2 se denominen "Unidad de Laboratorios Doctor Rafael Navarro González"; del Instituto de Ingeniería para que el Edificio 18 lleve el nombre de los "Doctores Ricardo y Enrique Jaime Chicurel Uziel"; del Instituto de Geofísica para que el Centro de Control del Servicio Mareográfico Nacional lleve el nombre de "Felipe Hernández Maguey", y para que el Auditorio Tlayotl cambie al nombre de: Auditorio Tlayotl "Doctor Ismael Herrera Revilla"; y del Instituto de Fisiología Celular para que el área que incluye la Sala de Juntas y la Sala de Congresos de la División de Neurociencias, sea nombrada Unidad Académica "Doctor Ricardo Tapia Ibarquengoytia".

Secretaría Técnica de Generación y Análisis de Indicadores (SETEGEAI)

Esta Secretaría tiene como propósito analizar e informar acerca del quehacer del Subsistema de la Investigación Científica (SIC) y de la Coordinación del área (CIC). Para cumplir sus objetivos recopila de diferentes instancias informes de actividades y datos que permitan construir indicadores y diagnóstico y que con éstos las autoridades puedan definir estrategias y políticas a seguir, al mismo tiempo que con dicha información se elaboran distintos informes anuales y semestrales dirigidos a públicos diversos —autoridades universitarias, autoridades federales, a la propia comunidad del SIC y al público en general—.

Así, durante 2022, se llevaron a cabo, por ejemplo, la actualización del estudio de la planta académica en su perspectiva diacrónica y sincrónica y con enfoque de estudios de género; también se llevó a cabo el análisis del Programa de Retiro Voluntario y del Subprograma de Incorporación de Jóvenes Académicos de Carrera a la UNAM que están relacionados, el primero refiere a las jubilaciones y el segundo, depende de éstas para incorporar a los jóvenes al SIC; asimismo, se apoyó en distintas etapas al equipo de la Secretaría de Investigación y Desarrollo en la elaboración de la página web de la CIC; se revisó y ordenó, como cada año, la información de la prensa académica; se realizó una revisión histórica de los movimientos de la planta académica, los proyectos de investigación, de las publicaciones y la tarea docente (2000 a 2022). Se atendieron solicitudes de información del Secretario Académico como fueron: información acerca de los comités de ética, nota sobre el Mareográfico Nacional, distintos datos para la reunión foránea del Consejo Técnico, entre otros.

También se elaboró el Informe al Rector 2021, y revisaron y corrigieron las Memorias de los 30 centros e institutos (2021), la memoria de la DGDC y se redactó la Memoria General de la CIC, al mismo tiempo que se elaboraron los reportes para el Plan de Desarrollo Institucional correspondiente a los 12 proyectos a cargo del SIC, por último, se elaboró el informe para el Conacyt y el 4º Informe de Gobierno.

Secretaría de Técnica de Seguimiento (STS)

Esta Secretaría es responsable del diseño, conformación, mantenimiento, actualización y explotación estadística de las bases de datos con información sobre el personal académico del SIC: su producción, líneas de investigación, proyectos y estímulos, entre otros. Durante 2022, continuó con su importante labor, incorporando en los sistemas de información parámetros que dan una mejor operatividad a las bases de datos, fuentes fundamentales para la toma de decisiones dentro del Subsistema y proporcionando información para el análisis dentro del pleno del CTIC, respecto a las políticas de investigación y seguimiento.

INTERCAMBIO ACADÉMICO

Intercambio general

En 2022 los intercambios académicos se recuperaron levemente del impacto de la pandemia y alcanzaron la cifra de 810 actividades; el año previo fueron 228, pero en 2019, cuando no había prohibición de movilidad, los intercambios fueron 1685.

Como cada año, se reportan los apoyos otorgados a través de la Secretaría Técnica de Intercambio Académico de la CIC, pero también aquellos que las entidades realizan con recursos provenientes de diversos fondos. Los apoyos a través de la CIC representaron 18.89% de las actividades que los centros e institutos realizan [2021: 228 vs 104; 2020: 253 vs 29; 2019: 1416 vs 269]. Algunas de las instancias que contribuyen con recursos para apoyar los empeños de intercambio académico dentro de la UNAM son: la Dirección General de

Cooperación e Internacionalización (DGEI), la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA), el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT), y en el caso de las externas el Conacyt, la Secretaría de Relaciones Exteriores, los consejos de ciencia y tecnología estatales y TWAS Unesco, entre otras.

Las cifras del CISIC indican 191 visitas internacionales y 112 nacionales sumando un total de 303 intercambios. Los investigadores del SIC salieron al extranjero en 276 ocasiones y a instituciones nacionales en 231, lo que da un total de 507 salidas y en total general de 810 intercambios.

Intercambio con apoyo de la CIC

Durante el 2022 se retoma de manera formal la movilidad académica presencial, teniendo como respuesta a la convocatoria emitida por la Coordinación de la Investigación Científica, la participación en la movilidad de 23 entidades del Subsistema de la Investigación Científica (SIC) y de 17 instituciones de educación superior (IES) del país.

De acuerdo con las solicitudes presentadas por el SIC y las IES nacionales, se conformó el Plan Anual de Trabajo 2022 el cual estuvo integrado por 178 actividades, de las cuales 72 fueron para la movilidad nacional y 106 internacional; siendo apoyadas con gestión y financiamiento un total de 145 actividades, de las cuales 59 son nacionales y 86 internacionales.

Cabe señalar que los datos de la realización de las actividades apoyadas se sustentan en la información proporcionada, en su momento, por las entidades del SIC y el área de recursos financieros de la CIC, por lo tanto, algunos casos serán validados hasta que se cuente con el soporte documental final.

Intercambio nacional: Las 59 actividades apoyadas con gestión y financiamiento contemplaron el viaje de 24 investigadores de la UNAM a IES nacionales; la visita a la UNAM de 25 académicos de diversas IES del país y la realización de 10 actividades de forma virtual.

La distribución de la movilidad por estado estuvo reflejada de la siguiente manera: Baja California [2], Chihuahua [4], Coahuila [1], Jalisco [4], Michoacán [3], Nuevo León [8], Puebla [1], San Luis Potosí [5], Sinaloa [1]0, Sonora [1]0, Tabasco [2], Tlaxcala [1], Veracruz [1] y Yucatán [7].

Intercambio internacional: Para apoyar la movilidad internacional, la CIC proporcionó gestión y recursos para la realización de 86 actividades, las cuales contemplaron el viaje de 34 investigadores del SIC a IES del extranjero, la visita de 51 investigadores extranjeros a la UNAM y la realización de una actividad virtual.

La movilidad académica internacional se realizó con los siguientes países: Alemania [5], Argentina [2], Brasil [2], Canadá [2], Colombia [8], Cuba [7], España [17], Estados Unidos [10], Francia [6], Grecia [.] Guatemala [2], India [1], Irán [1], Israel [1], Italia [6], Países Bajos [1], Portugal [1], República Checa [5], Rusia [1], Suecia [2], Suiza [3] y Turquía [2].

Difusión: A través de nuestra página electrónica, se dieron a conocer las diversas pláticas y videoconferencias impartidas por investigadores del subsistema en el ciclo de conferencias a distancia Ciencia en Directo, que organizó El Colegio de Sinaloa.

Asimismo, y con el fin de integrar el Plan Anual de Trabajo para la movilidad académica 2023, se difundió al interior del Subsistema de la Investigación Científica la Convocatoria del Programa de Movilidad Académica Nacional e Internacional y se invitó a IES nacionales a presentar sus propuestas de intercambio académico.

Sabáticos

Realizaron su sabático en el SIC, seis investigadores de instituciones extranjeras y cuatro de entidades nacionales. Los investigadores del SIC llevaron a cabo 58 sabáticos en el extranjero y 23 en instituciones nacionales; además, cinco académicos realizaron actividades combinadas entre instituciones nacionales y extranjeras. Sumando un total general de 96 sabáticos.

SECRETARÍA ADMINISTRATIVA

Ingresos y egresos de la Coordinación de la Investigación Científica

De enero a diciembre del año 2022, la Secretaría Administrativa se encargó de proporcionar oportunamente los servicios de apoyo necesarios para el desarrollo de las actividades sustantivas de las distintas unidades que integran la estructura de la CIC. Las actividades más relevantes fueron:

Con recursos presupuestales de la CIC se atendieron 223 apoyos financieros para el desarrollo de la investigación científica e intercambio académico por un total de \$42 365 677.23 pesos, de los cuales \$500 000 pesos correspondieron a ingresos extraordinarios como apoyo al Instituto de Energías Renovables.

Mediante apoyos financieros adicionales complementarios a la figura de Fondos Concurrentes con el Conacyt, se gestionaron y distribuyeron a través de la Dirección General de Presupuesto, recursos para 34 proyectos destinados al desarrollo de los Laboratorios Nacionales de Investigación Científica, por la cantidad de \$4 661 000 pesos. De ese total, \$6 166 000 pesos provienen del presupuesto de la CIC. Mensualmente se realizaron las acciones de control, revisión, registro, seguimiento y pago del Programa de Becas Posdoctorales del SIC, para atender 328 becarios, para lo cual se contó con una asignación total anual de \$108 944 283 pesos en el presupuesto 2022. Se obtuvieron ingresos extraordinarios por un monto de \$27 706 923.40 pesos; de esta cifra, \$9 026 424.83 pesos corresponden a la CIC y \$18 680 498.57 pesos a la Coordinación de Plataformas Oceanográficas (COPO).

Se administraron 13 proyectos Conacyt por un importe total autorizado de \$21 297 817.57 pesos.

Cabe destacar que, derivado de la contingencia sanitaria, nuevamente recibimos por parte de la Dirección General de Presupuesto \$4 231 500 pesos como

apoyo financiero adicional para hacer frente al COVID-19 y para el Plan Universitario de Control de la Resistencia Antimicrobiana (PUCRA), los cuales se ejercieron en la realización de investigación científica específica, así como la compra de materiales de laboratorio e insumos, a la vez que en la realización de pruebas COVID, entre otros gastos relacionados.

Respecto del control de proyectos y distribución de los fondos PAPIIT, se administraron tres proyectos por un total de \$630 000 pesos dentro de la Unidad de Proyectos Especiales en Apoyo a la Investigación y la Docencia: Red de Apoyo a la Investigación en el sector salud.

Se atendió el apoyo especial por convenio para el Centro del Cambio Climático Sustentabilidad por un total anual de 12 millones de pesos.

Se contrataron 152 prestadores de servicios profesionales para apoyar diversas áreas de la CIC, incluyendo los Programas Universitarios y las Plataformas Oceanográficas; 31.58% de ellos se cargaron al presupuesto de la CIC y 67.76% a ingresos extraordinarios, por lo que durante el ejercicio 2022 se tramitaron de enero a diciembre un total de 636 pagos para la prestación de servicios profesionales.

COORDINACIÓN DE SERVICIOS DE GESTIÓN Y COOPERACIÓN ACADÉMICA (CSGCA)

Dentro de la CIC, la CSGCA atiende la gestión de los asuntos de colaboración entre el SIC y las facultades y escuelas afines con otras instituciones, organismos, entidades y/o empresas públicas; así como organismos y empresas privadas, tanto nacionales como internacionales, además de gestionar los convenios correspondientes. El resultado en 2022 significó la captación de 609 nuevos apoyos por un monto de \$86 008 247.37 pesos como ingreso extraordinario. Las fuentes de financiamiento del total registrado en este año se clasifican como sigue: del sector público 35 organizaciones con las que se formalizaron 568 compromisos por un monto de \$494 346 755.06 pesos (93.3%); con la iniciativa privada: 22 instituciones, de las cuales se obtuvieron 33 apoyos por un monto de \$78 640 799.48 pesos (5.4%); del financiamiento mixto sector público-iniciativa privada se consiguieron dos apoyos por un monto de \$667 275.20 pesos (0.3%). A través de seis organismos internacionales se gestionaron seis apoyos, por un monto de \$12 353 417.66 pesos (1.0%). El organismo público del Gobierno Federal del que se obtuvo el mayor financiamiento fue del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

En las convocatorias del Conacyt 2021 y 2022, de las solicitudes presentadas con resultados publicados en 2022 se aprobaron a la UNAM, para las entidades académicas representadas por la CIC, un total de 504 apoyos por un monto de \$206 510 271.26 pesos, correspondiendo al SIC 367 apoyos por un monto de \$155 825 938.38 pesos, para las escuelas y facultades afines correspondieron 137 apoyos por un monto de \$50 684 332.88 pesos. Los resultados registrados provienen de los diversos programas que se detallan a continuación:

Cabe destacar que, en el 2022, el financiamiento obtenido en el marco de las convocatorias de los Fondos Institucionales del Conacyt, aglutinados en el

Programa Presupuestario F003 "Programas Nacionales Estratégicos de Ciencia, Tecnología y Vinculación con los Sectores Social, Público y Privado", en el Programa de Ciencia de Frontera se aprobaron en total 52 solicitudes con un monto de \$34 268 771.26 pesos: en la Convocatoria de Ciencia Básica y/o Ciencia de Frontera Modalidad: Paradigmas y Controversias de la Ciencia 2022 se aprobaron 49 por un monto de \$26 305 771.26 pesos; se obtuvieron tres apoyos para la Convocatoria 2022 Fortalecimiento de Infraestructura y Desarrollo de Capacidades Científicas, con un importe de \$7 963 000 pesos.

En los Programas Nacionales Estratégicos (Pronace), se apoyaron 19 solicitudes por un monto de \$91 689 227 pesos, distribuidos en los siguientes programas: en el marco del Pronace-Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes se obtuvo una aprobación como líder por la cantidad de \$14 683 102 pesos y una como socio por un importe \$1 574 000 pesos; a través del Pronace-Agua se aprobó un proyecto nacional líder por un monto de \$13 580 161 pesos y uno más en colaboración por \$4 258 468 pesos; en el Pronace-Cultura, cuatro proyectos semilla aprobados por un monto de \$399 999 pesos; en Pronace-Energía y Cambio Climático, dos proyectos como líder por un monto de \$14 615 000 pesos y uno como socio por \$1 136 300 pesos; a través del Pronace-Sistemas Socioecológicos, cuatro proyectos por un monto de \$23 933 181 pesos y dos proyectos nacionales por \$10 347 630 pesos; para el Pronace-Soberanía Alimentaria y el Pronace-Vivienda se otorgó un apoyo por \$6 250 609 pesos y un apoyo para proyecto por asignación directa por \$910 777 pesos.

En el Programa de Desarrollo Tecnológico e Innovación Abierta se otorgó el reconocimiento para 31 proyectos en la Convocatoria 2021 Reacreditación de Laboratorios Nacionales Conacyt (Líder) y cuatro como socio; Adicionalmente, se otorgaron cuatro asignaciones directas, por un monto de \$77 078 273 pesos, a través de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico, Vinculación e Innovación.

En el Programa de Acceso Universal al Conocimiento, se formalizó un convenio por asignación directa con un monto de dos millones de pesos. En el Programa Fortalecimiento de las Comunidades de Humanidades, Ciencia, Tecnología e Innovación se otorgaron 393 apoyos, de los cuales corresponden a tres proyectos aprobados por un monto de \$1 474 000 pesos en el marco del Acuerdo SEP-Conacyt-ANUIES-ECOS Francia-México y 390 aprobaciones para los programas de becas, conforme a la siguiente descripción: en el Programa Investigadoras e Investigadoras por México 2021 se asignaron cinco catedráticos —sin formalizar la designación de los catedráticos a la UNAM—, en los Apoyos Complementarios para Estancias Sabáticas Vinculadas a la Consolidación de Grupos de Investigación se autorizaron cinco solicitudes; para las Estancias Posdoctorales por México (EPM) Modalidades 1 y 2 se otorgaron 204 becas; para la Continuidad de Estancias Posdoctorales Modalidades 1 y 2 se aprobaron 100 solicitudes en la primera publicación de la convocatoria y en la segunda se otorgaron 31 aprobaciones; para las Estancias Posdoctorales por México Mujeres Indígenas Modalidades 1 y 2 se obtuvieron tres becas, respecto a las EPM para la Formación y Consolidación de las y los Investigadores por México se aprobaron 41 solicitudes y, por último, una aprobación para

los Apoyos para la Incorporación de Investigadoras e Investigadores Vinculada a la Consolidación Institucional de Grupos de Investigación (Repatriaciones). Es importante mencionar que el pago de estos estímulos es depositado por el Conacyt directamente a la cuenta bancaria personal de cada investigador o becario, según corresponda.

En el 2022 se presentaron en las diferentes áreas de esta CSGCA un total de 1604 solicitudes; de las cuales, hasta diciembre del mismo año sólo se habían aprobado 538 solicitudes, por un monto de \$481 930 045.11 pesos. La evaluación, resultados y formalización de convenios de las solicitudes pendientes continuarán para el 2023. Es importante resaltar que, a través de la Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México, la UNAM continúa obteniendo financiamiento por invitación para presentar proyectos específicos, científico, tecnológico, de innovación y divulgación, con la que se formalizaron tres convenios por un monto de \$17 593 000 pesos. Del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos se otorgó un apoyo, con un importe de \$143 000 pesos; y del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del estado de Michoacán de Ocampo se aprobaron dos proyectos con montos pendientes por definir.

A través de la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Amexid) Agencia dependiente de la Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE) se aprobó un proyecto participante en la Convocatoria del Fondo Conjunto de Cooperación México-Uruguay, por definir el monto aprobado. Finalmente, con el resto de las contrapartes se formalizaron 91 instrumentos jurídicos por un monto de \$355 731 545.72 pesos. Cabe mencionar que 67 instrumentos jurídicos adicionales fueron tramitados a través de la Secretaría Jurídica de la CIC para su gestión.

SECRETARÍA JURÍDICA

La Secretaría Jurídica tiene entre sus funciones las de brindar apoyo y asesoría jurídica permanente a las entidades y dependencias que conforman el Subsistema de la Investigación Científica (SIC); así como dar atención eficaz y oportuna a los juicios, procesos, procedimientos y actos jurídicos en los que se vean inmersas las más de 52 entidades y dependencias que conforman el citado Subsistema de la Investigación Científica. Incluidas sus sedes foráneas.

Bajo ese contexto, durante el año 2022 se desahogaron 476 asesorías y diligencias relativas a procesos, procedimientos y actos jurídicos derivados de las funciones sustantivas que se realizan en el SIC.

El 3 de octubre del 2022, se puso en marcha la tercera etapa de implementación de la reforma a la Ley Federal del Trabajo y otras disposiciones normativas en materia laboral, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de mayo de 2019; con lo cual, se comenzó a implementar la reforma en materia de justicia laboral en estados como Chihuahua, Ciudad de México, Coahuila, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Nuevo León, Sinaloa, Sonora Tamaulipas y Yucatán. En ese sentido, se recibieron seis solicitudes de Conciliación Prejudicial conforme al nuevo sistema, de las cuales tres se concluyeron con acuerdo de

no conciliación, en una se dictó acuerdo de incompetencia y en otra se logró llegar a un acuerdo conciliatorio entre las partes, quedando solo un asunto pendiente por desahogar.

Asimismo, en materia de Juicios Laborales, se recibieron 25 nuevas demandas, las cuales se sumaron a las 105 que continuaban en trámite de los años anteriores; concluyéndose de manera definitiva un total de 16. De igual forma, en este año, la Secretaría Jurídica apoyó en la asesoría y desahogo de 78 Procedimientos de Investigación Administrativa, de los cuales se concluyeron 74, quedando en trámite cuatro.

En el mismo sentido, se atendieron un total de 58 asuntos ante las Comisiones Mixtas, terminándose 11; así como 42 Juicios de Amparo en materia laboral, de los cuales se finalizaron 24.

Se dio seguimiento e impulso procesal a cuatro juicios civiles y mercantiles; un juicio en materia agraria; así como a tres Juicios de Amparo en otras materias distintas a la laboral, de los cuales se concluyeron dos.

Por otro lado, se recibieron 852 solicitudes de trámite relacionadas con instrumentos consensuales, de las cuales esta Secretaría Jurídica dictaminó 249, de conformidad con el numeral Sexto y demás relativos y aplicables del Acuerdo por el que se establece el procedimiento de validación, registro y depósito de los convenios, contratos y demás instrumentos consensuales en los que la Universidad sea parte. El resto de los instrumentos fueron revisados y tramitados ante las diversas Direcciones Generales de Estudios de Legislación Universitaria; de Asuntos Jurídicos; de Patrimonio Universitario y de Cooperación e Internacionalización, ya sea para dictamen, validación, aprobación, registro, depósito y cancelación, entre otros.

Respecto a la materia penal se atendieron 19 nuevas carpetas de investigación, además de las 14 de años anteriores; logrando concluir el trámite de nueve.

Como parte del trámite y seguimiento al asunto de la invasión en una parte del predio de la Estación de Biología Chamela, se dio seguimiento a las denuncias presentadas y se promovió una nueva denuncia por el incendio a una parte del predio en conflicto, misma que se desahoga ante la Unidad Especializada en Delitos Ambientales de la Fiscalía General de la República.

Por último, es de señalarse que se realizaron 102 trámites migratorios para profesores, investigadores, alumnos y becarios, ante el Instituto Nacional de Migración; y se brindó asesoría y atención a 24 asuntos iniciados ante la Defensoría de los Derechos Universitarios, Igualdad y Atención de la Violencia de Género.

SECRETARÍA EJECUTIVA DE RESERVA ECOLÓGICA DEL PEDREGAL DE SAN ÁNGEL (SEREPSA)

La REPSA resguarda un espacio muy peculiar que preserva parte de la historia geológica y biológica del territorio que abarca, por lo que constituye un geo y biopatrimonio. Se caracteriza por tener una alta biodiversidad, la más alta de los ecosistemas de la Cuenca de México y eso es posible porque se desarrolla

sobre el derrame lávico del Xitle, que formó una superficie rugosa con superficies planas, promontorios, grietas, hondonadas, oquedades y cuevas que dan lugar a una gran variedad de microambientes con condiciones diferenciales de luz, temperatura, humedad y nutrimentos, todo lo cual permite el desarrollo de especies tanto de ambientes secos, como húmedos, albergando más de 1500 formas de vida silvestre nativa. Es un territorio que aporta al bienestar de los universitarios, por los múltiples servicios ecosistémicos que provee.

Los logros más relevantes en 2022: en el marco del 39 aniversario de la firma del acuerdo por parte de la Rectoría de la UNAM Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA) de Ciudad Universitaria (CU), autoridades de la REPSA dieron a conocer el Plan de Manejo Adaptativo de la REPSA, el cual puede consultarse en: <https://www.gaceta.unam.mx/wp-content/uploads/2022/09/220929-Plan-de-manejo-adaptativo-de-la-REPSA.pdf>. Este plan se considera como una herramienta de planeación socioecológica para guiar y coordinar las acciones, a fin de promover la preservación del ecosistema nativo de Ciudad Universitaria. Está integrado por ocho componentes base que aportan la estructura general (reflexión inicial, antecedentes, definición, fundamentos, caracterización, programación, seguimiento y balance). Dicho Plan, establece la ruta de cómo llevar a cabo las acciones para atender los asuntos que emergen en torno al manejo y la permanencia del pedregal y su vida silvestre en Ciudad Universitaria. Se publicó en *Gaceta UNAM* el 29 de septiembre de 2022.

Así, la REPSA ya cuenta con un Plan de Manejo Adaptativo (PMA-REPSA). Como parte de la estrategia para su implementación, se elaboró una táctica para consolidar su contenido y los componentes adaptativos, y para promover su uso en las actividades base por parte del equipo SEREPSA y, en ese sentido, se continuó haciendo rondines de monitoreo socioecológico para resguardar el territorio de la REPSA y promover la continuidad y conectividad del ecosistema (34 rondines). Se atienden los factores de presión identificando las actividades antrópicas que afectan el ecosistema para prevenir, mitigar y/o evitarlos, se atendieron varios casos de presencia de personas sin autorización (indigentes), se hizo levantamiento de información en zonas incendiadas, se llevó a cabo la recolección de residuos, se realizó el manejo de fauna exótica (perros y gatos) y se hizo manejo de flora exótica.

Hubo 98 actividades de comunicación socioecológica sobre todo en el proyecto de Colaboradorus que se tiene desde el 2016 y que tiene como objetivo la visibilidad REPSA, así como compartir la información y facilitar la reflexión en torno del socioecosistema. Se atendió también a académicos que solicitan llevar a cabo proyectos de investigación (19 proyectos) y/o actividades de docencia (42 prácticas de campo) en la Reserva. Se recabó toda la información en el MIMI, que es el Mecanismo Interno de Manejo de Información, diseñado para gestionar los datos, la información y los conocimientos en torno al socioecosistema. Se hicieron 44 reuniones de trabajo con el equipo SEREPSA para atender todos los asuntos de acuerdo con los fundamentos establecidos en el Plan de manejo de la REPSA.

COORDINACIÓN DE PLATAFORMAS OCEANOGRÁFICAS (COPO)

Durante el año 2022 se realizaron y se concluyeron importantes trabajos de mantenimiento y modernización de los buques, calibraciones de los equipos científicos, así como certificaciones y actualización de las cartas de navegación reconocidas por el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida en el Mar (SOLAS, por sus siglas en inglés). Estas acciones permitieron que los buques navegaran seguros y que realizaran campañas oceanográficas en ambas costas, siguiendo un estricto protocolo de mitigación COVID-19. Las principales actividades se describen brevemente a continuación:

Se concluyó el proyecto de Modernización y Automatización del Sistema de Alarmas y del Sistema de Seguridad de la Máquina Principal del B/O "Justo Sierra". El proyecto tuvo una duración de seis meses (de noviembre 2021 a mayo de 2022), con una inversión total de \$4 698 000 pesos. Se llevó a cabo la puesta en marcha del sistema y las pruebas en la mar con resultados satisfactorios.

Ambos buques fortalecieron su infraestructura, equipo y mejoraron algunas de sus capacidades.

Asimismo, los dos buques cuentan con los Certificados de Clase, otorgados por la Casa Clasificadora; además, se renovó la vigencia de los certificados solicitados por la Autoridad Marítima para que las embarcaciones naveguen de forma segura. Con el propósito de sentar las bases para el establecimiento de un Sistema de Gestión de Seguridad (ISM) en los buques de la UNAM se llevaron a cabo auditorías de seguridad a los buques por diferentes empresas especializadas, incluyendo Pemex. Las observaciones y recomendaciones realizadas por las empresas se han atendido en un 90%.

En cuanto a las campañas oceanográficas, se realizaron siete en el B/O "Justo Sierra", tres de tiempo UNAM y cuatro campañas de fletamento, navegando un total de 81 días en el Golfo de México. En el B/O "El Puma" se realizaron cuatro campañas, navegando un total de 37 días. En total ambas embarcaciones recorrieron 11 417 millas náuticas.

En todas las campañas se siguió un estricto protocolo de Mitigación COVID-19 y no se presentaron contagios a bordo durante las campañas.

La Dirección General de Obras y Conservación de la UNAM, llevó a cabo la licitación pública para la construcción del nuevo Muelle del B/O "El Puma" en Mazatlán, Sinaloa. La empresa asignada llevó a cabo los trámites requeridos por las autoridades marítimas y ambientales para la demolición del muelle y los permisos de construcción del nuevo. Se espera que la obra inicie a principios de febrero de 2023.

En cuanto a la Base de Operaciones del B/O "Justo Sierra, durante 2022 se obtuvieron los recursos y las condiciones apropiadas para dar mantenimiento a los edificios y almacenes de la base de operaciones en Tuxpan.

La asignación presupuestal en 2022 para partidas directas fue de \$5 433 376 pesos, obteniéndose alrededor de 16 millones de pesos de ingresos extraordina-

rios. La inversión en mantenimientos y materiales fue de \$15 620 339 pesos. El ejercicio total de 2022, incluyendo presupuesto, ingresos extraordinarios y gastos indirectos fue de \$105 481 717 pesos.

Se actualizó la página web, incluyendo los listados de nuevos equipos, estadísticas y la programación de campañas. A través de las redes sociales se dio difusión a seminarios en línea, convocatorias y proyectos relacionados con ciencias del mar. Se realizaron 10 video clips en la serie *Sirenas haciendo olas*, con la participación de 10 destacadas investigadoras mexicanas en ciencias marinas. Se promovieron las capacidades de los buques en la Reunión Anual de la Unión Geofísica Mexicana 2022.

ACTIVIDADES DE VINCULACIÓN, COOPERACIÓN Y COLABORACIÓN

Difusión de la ciencia

Diversos son los caminos del SIC para la difusión de los avances y resultados. En el año que se reporta el SIC publicó, editó, reeditó, asistió a congresos y organizó un conjunto de eventos dirigidos a pares. Los centros e institutos organizaron 1455 actividades de difusión en las que expusieron 9117 ponentes. Se calcula que en dichos eventos participaron más de 240 mil participantes; a su vez, participaron en 1479 conferencias por invitación: 962 en México y 517 en el extranjero; otras ponencias y presentaciones fueron 3478, de las cuales 2597 se dieron en el país y 881 en otras latitudes. En total, el SIC presentó 4957 ponencias [en 2021 fueron 4416; en 2019 fueron 6490] o presentaciones en diferentes eventos, cifra que confirman que aún no logran recuperarse del impacto de la pandemia en muchas de las actividades académicas asociadas a la presencia y la movilidad geográfica en relación con el año 2019.

Convenios

Se formalizaron 377 convenios en 2022, de los cuales 45 fueron con instituciones extranjeras. Así, el SIC se empeñó a través de sus investigaciones en trabajar de forma conjunta con otras 116 instituciones académicas [2021: 189], pero también con empresas 68 [2021:52], gobiernos locales 79 [2021: 92] y el gobierno federal 52 [2021: 57], y con organizaciones no gubernamentales 17 [2021: 23].

Organización y participación en eventos de divulgación

La oferta cultural del Subsistema es de gran relevancia para la UNAM y para el país. Esta oferta se da a través de una gran red que incluye museos, oficinas de divulgación en prácticamente todos los centros e institutos y desde distintas alianzas para muy variados esfuerzos. Es una tarea a la que se le dedica el empeño de instituciones y universitarios expertos, y en donde la Dirección General de Divulgación de la Ciencia tiene un papel central. La divulgación se lleva a cabo en los diferentes medios de comunicación masivos, como la televisión, la radio y el internet, también en los periódicos. Además, se organizó y participó en diversos eventos de divulgación llevados a cabo por otras instituciones,

también abrió sus puertas a distintos sectores para dar a conocer lo que realiza. La propia Coordinación contó con varias instancias de divulgación, como su página electrónica, la revista *El faro* y su participación en Toda la UNAM en Línea, estrategia de esta casa de estudios para difundir en internet la mayor parte del quehacer universitario que alcanza a amplios sectores de la población.

Así, investigadores de los centros e institutos organizaron 1029 [2021: 482] actividades de divulgación en las que expusieron 4593 ponencias y lograron llegar a una audiencia aproximada de un millón de personas; a su vez, participaron en 1943 [2021: 1908] eventos organizados por otras instituciones, en 1381 actividades en internet, 511 participaciones en medios impresos, 274 en radio, 234 en televisión.

Museos

Los cinco museos son: Universum, Museo de la Luz —ambos a cargo de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC)—, los museos del Instituto de Geología (IGI), el Museo Regional Mixteco Tlayúa, en Tepexi de Rodríguez, Puebla, y el Museo de Geología en Santa María la Ribera, Ciudad de México (CDMX); a los que en 2010 se sumó el Museo del Instituto de Geofísica (IGef) también en el CDMX.

Universum, Museo de las Ciencias continuó con el proceso de remodelación de diversas áreas, el cual abarcó un total de 1250 m² distribuidos en diferentes secciones del edificio que lo alberga. Entre los logros de 2022 se encuentra una nueva sala para exposiciones temporales (Sala B) inaugurada el 12 de agosto con la exposición fotográfica *Aves del Pedregal* en colaboración con el Instituto de Biología de la UNAM, y la sala permanente *Decide Tu espacio Tus ideas*, inaugurada el 7 de septiembre, sala novedosa enfocada en comunicar la ciencia a partir de retos y el uso de nuevas tecnologías, abocados en acciones en pro del cuidado del planeta.

Paralelamente, el proyecto de renovación, diseño y construcción de la nueva sede del Museo de la Luz en Mérida, Yucatán, tuvo avance del 70% del proyecto inicial, que incluye una arquitectura, museografía y oferta de servicios educativos y de comunicación de la ciencia de características innovadoras. El museo se construye en un área de 4500 m² en la zona centro de Mérida e incluye áreas para exposiciones permanentes y temporales, un área de exposición a cielo abierto para equipos solares, una sala de usos múltiples, un laboratorio experimental de ciencia y arte, un laboratorio de microscopía, así como una cafetería, una tienda de *souvenirs* y áreas de atención al visitante.

En el marco del 30 aniversario del Universum, Museo de las Ciencias de la UNAM, que se conmemora el 12 de diciembre, tuvo lugar de junio a octubre, la exposición temporal *Historias Naturales: 400 años de Ilustración Científica*, en colaboración con el Museo Americano de Historia Natural de Nueva York. La exhibición exploró el papel de la ilustración en los descubrimientos científicos, a través de 50 reproducciones en gran formato que forman parte de la colección de Libros Raros de la Biblioteca del recinto estadounidense, inspirada en el libro *Natural Histories: Extraordinary Rare Book Selections from the Ameri-*

can Museum of Natural History Library, publicado en 2012 y editado por Tom Baione, director de dicha biblioteca.

Edición de publicaciones periódicas de divulgación

El SIC reporta en el ámbito de la divulgación ocho proyectos y 519 [2021: 335] artículos de divulgación, 25 producciones editoriales periódicas.

El Faro

En abril de 2022 se cumplieron 21 años de difundir en forma breve, precisa, amena y ágil los proyectos desarrollados en los institutos, centros y programas del Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM.

Desde que *El faro* migró de la versión impresa a la digital en 2017, y en consonancia con el proyecto Toda la UNAM en línea, sus esfuerzos se han enfocado en dar continuidad a la tarea de comunicar la ciencia de forma accesible a todo público y llegar a uno más amplio, fuera del marco de referencia que representa la Universidad Nacional Autónoma de México. Así, a los habituales lectores de los grupos estudiantil, de investigación y académico pertenecientes o adscritos a la UNAM, se suma un sector más amplio, a través de la página elfaro.cic.unam.mx. El propósito es ampliar este proyecto de divulgación hacia nuevos horizontes.

En esta tesitura, se generaron productos audiovisuales, a partir de entrevistas videogradas hechas a integrantes del SIC, quienes tuvieron a bien compartir los avances de sus respectivos proyectos de trabajo.

Asimismo, en 2022 se incrementó la presencia de *El faro* en redes sociales, ya que la información se actualiza todos los días, con énfasis en las investigaciones del Subsistema; además, se difunden actividades organizadas por los institutos y centros de investigación. La cuenta de Facebook Boletín ElFaroUNAM tiene actualmente 1883 seguidores, mientras que la de Twitter @ElFaroUNAM ya alcanzó 1606 seguidores. Gracias a este contenido multimedia, así como de materiales sonoros y visuales, además de infografías, *El faro* en línea ha llegado a un público más amplio y diverso.

Durante 2022 se continuó puntualmente con el seguimiento de la información generada por investigadores e instituciones de la UNAM en torno a la COVID-19, incluyendo el desarrollo de proyectos específicos para la elaboración de vacunas recombinantes y de vacunas basadas en nanopartículas genéticamente codificadas, además de otros esfuerzos desplegados por la comunidad científica de la UNAM, para ofrecer soluciones a esta situación de emergencia.

Un caso particular fue el reportaje efectuado a partir de entrevistas realizadas a investigadores del Instituto de Química sobre la llamada “pandemia silenciosa”, provocada por patógenos resistentes a los antibióticos, esta problemática está detrás de la muerte de 1.27 millones de personas por infecciones resistentes a los antibióticos. De hecho, estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas indican que, de no tomarse las medidas correspondientes, podría llegarse a los diez millones de muertes para 2050 debido a la resistencia bacteriana.

De igual manera, a través de la página de *El faro* se dio seguimiento a trabajos relacionados con el estudio y exploración del Cosmos, los reportes sobre cambio climático, el cuidado del medio ambiente, la extinción de especies, los movimientos sísmicos, el funcionamiento del cerebro, la memoria, la propagación del cáncer y la mega biodiversidad de nuestro gran país. También se han abordado los retos que plantea la gestión del agua, las aportaciones de la ingeniería hecha en la UNAM, el presente y futuro del uso de las células troncales, los transgénicos y muchos otros más, reflejados en más de cien artículos en 2022.

En 2022 se imprimieron dos números especiales de cinco mil ejemplares y 48 páginas cada uno, realizados en atención a solicitudes formuladas por las direcciones del Instituto de Biología y del Instituto de Geofísica, los cuales se realizaron a fin de dejar una memoria de acontecimientos como el 90º aniversario del primero y el 75º del segundo, y que debido a la contingencia sanitaria causada por el SARS-CoV-2, su impresión se había pospuesto. Sin embargo, antes de ello, ambas ediciones estuvieron y continúan disponibles en un micrositio y en formato PDF en la página de *El faro* para su consulta.

Se planea dar continuidad a un esquema de trabajo que incluya a los comunicadores de los institutos, centros y programas del SIC, a fin de integrar un equipo que alimente continuamente la página de *El faro* y que, en concordancia con la Dirección General de Divulgación de la Ciencia, se den a conocer más efectiva y ampliamente las investigaciones realizadas en el SIC.

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (SID)

En 2022, las actividades de la SID estuvieron orientadas a gestionar los procesos académico-administrativos de las subunidades que conforman la Unidad de Proyectos Especiales en Apoyo a la Investigación y la Docencia (UPEID); fortalecer las actividades de los Programas Universitarios de la CIC para la definición de proyectos conjuntos en el ámbito de la sostenibilidad; coordinar el Capítulo México de la Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible que articula el trabajo de la UNAM con las universidades nacionales hacia el cumplimiento de la Agenda 2030 e impulsar a la Coordinación de Gestión de Calidad Productiva para la implementación de proyectos de colaboración entre el SIC y sectores externos.

Consolidación de la Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible (Red SDSN México)

A tres años de su conformación, la Red SDSN México cuenta con la membresía de 89 instituciones de educación superior, 300 especialistas denominados ExpertODS y un capítulo juvenil. Las redes sociales lograron generar una comunidad de más de 10 mil seguidores en las diferentes plataformas y 40 mil personas reaccionaron ante las publicaciones realizadas.

En colaboración con la Secretaría de Economía (SE) y con la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ), se publicó la convocatoria nacional Soluciones 2030: Impulsando el desarrollo local sostenible, del 21 de febrero al 31 de marzo de 2022, en donde los gobiernos locales reportaron necesidades

y problemáticas para la implementación de los ODS. Derivado de la convocatoria, se registraron 400 necesidades locales. Como resultado inmediato de lo anterior, se publicará un informe con la clasificación de las necesidades y se hará la implementación de un proyecto piloto con la Universidad Veracruzana y el Ayuntamiento de Córdoba, Veracruz para atender necesidades locales en materia de residuos sólidos urbanos.

Búsqueda y gestión de financiamiento para la investigación

A partir de la identificación de la falta de recursos económicos en apoyo a la investigación científica, la SID está desarrollando un modelo de búsqueda de financiamiento alternativo para la investigación, basado en el uso de herramientas digitales para la búsqueda de fondos, la emisión de alertas de convocatorias nacionales e internacionales para grupos académicos y el mapeo de conocimientos necesarios para aplicar a fondos alternativos. Dicho modelo se concluirá y será socializado ante la comunidad universitaria en 2023.

Por otro lado, a través de la Red SDSN México se ejerció un financiamiento de 20 mil euros para implementar un proyecto de investigación-acción, en donde se combina el análisis a nivel genético de muestras recolectadas de personas en situación calle para responder a hipótesis planteadas acerca de la transmisión del SARS-CoV-2 durante la pandemia en este grupo de población, quienes, al mismo tiempo, reciben atención médica en un consultorio abierto que funciona como una puerta de acceso a la salud. La información se condensa en una publicación de recomendación en políticas públicas.

Finalmente, destaca la colaboración con el PINCC para la gestión de proyectos con recursos extraordinarios de dos entidades: Conacyt y PNUMA. La SID apoyó en la gestión de procesos técnico-administrativos, personas y entregables que le permitieran cumplir con los acuerdos establecidos en los convenios firmados. Aunado a lo anterior, la SID le da soporte para la firma de acuerdos de colaboración como lo hizo con el Global Green Growth Institute, que se contempla genere un ingreso por recursos extraordinarios en el 2023.

Colaboración con entidades universitarias

Destaca en el periodo, la colaboración de la SID con diferentes entidades universitarias para fortalecer la adopción de la sostenibilidad en sus funciones sustantivas. En primer lugar, se trabajó con el Instituto de Ingeniería en el diseño, lanzamiento y evaluación de la convocatoria para conformar Grupos Interdisciplinarios de Investigación en temas de sostenibilidad. Segundo, se colaboró con la Facultad de Contaduría y Administración para impartir una materia optativa transversal enfocada en comprender cómo las empresas pueden asumir un papel activo en miras a la sostenibilidad. Tercero, en respuesta a la solicitud de la Dirección General de Evaluación Institucional de proveer información de la UNAM para el Impact Ranking del Times Higher Education, la SID recopiló evidencias de las acciones que emprende la Universidad en relación con la Agenda 2030 y los ODS, en específico del ODS 17 Alianzas para Lograr los Objetivos. Finalmente, se generó la vinculación intersectorial entre académicos de la Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia, con el Fondo de Población

de las Naciones Unidas y la empresa Johnson & Johnson para impulsar los programas de partería y rol ampliado de enfermería.

Renovación del sitio web de la CIC

La SID trabajó en colaboración con las secretaría Académica y Administrativa para la renovación del sitio web de la CIC. Para ello, se implementó una estrategia de trabajo que permitió integrar la información de todas las áreas involucradas, colaborar con un equipo de desarrollo a medida y generar un modelo de comunicación para mantenerla actualizada. Como resultado, se cuenta con una primera versión para ser publicada en 2023.

Participación en eventos nacionales e internacionales

La SID propició que el PUEIS, PUAS y PINCC formaran parte del Foro Nacional: Seguridad Alimentaria y Cambio Climático, desarrollado por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y la Secretaría de Economía con el objetivo de generar espacios de reflexión y análisis en torno a la diversidad de los sistemas productivos y los retos que se enfrentan con la crisis global por cambio climático, la garantía de alimentos saludables y accesibilidad a sistemas de producción sostenibles.

A través de la Red SDSN México, la SID se presentó en la Feria de Ciudadanía Intercultural y Global de la Universidad de Antioquia en Medellín, Colombia; el resultado derivó en formar una alianza para impulsar la extensión del trabajo científico entre las comunidades de América Latina

PROGRAMAS UNIVERSITARIOS

Fortalecimiento de los Programas Universitarios

La SID apoya a la CIC en el fortalecimiento de cinco Programas Universitarios: el de Alimentación Sostenible (PUAS), el de Investigación en Cambio Climático (PINCC), el Programa Espacial Universitario (PEU), el Programa Universitario de Estudios Interdisciplinarios del Suelo (PUEIS) y el Programa Universitario de Investigación sobre Riesgos Epidemiológicos y Emergentes (PUIREE) que entró en sustitución del Programa de Investigación en Salud (PUIS).

En 2022, se estableció una agenda de trabajo conjunta entre la SID y los Programas Universitarios para fortalecer transversalmente sus actividades académicas e incrementar su visibilidad en el interior y exterior de la UNAM; así se llevó a cabo el Taller de Articulación de los Programas Universitarios en el que los coordinadores compartieron sus principales líneas de trabajo para identificar desafíos conjuntos y oportunidades de colaboración. De igual manera, se logró la integración en el CTIC de los coordinadores de los Programas en calidad de invitados, para incrementar la interacción con las entidades del SIC.

Adicionalmente, la SID apoyó de manera transversal a los Programas en el fortalecimiento de sus procesos de comunicación, seguimiento a instrumentos jurídicos y creación de formularios para registro de participantes en convocatorias y eventos.

Se revisa a continuación las actividades de los cinco Programas Universitarios en 2022 que, en relación con sus temas de competencia, reúnen esfuerzos de los centros e institutos para atender demandas de diversos sectores sociales y académicos, a la vez que ofrecen las capacidades del SIC a las entidades gubernamentales y privadas con demandas potenciales. Particular importancia jugó el PUIS en el contexto de la pandemia, como se apreciará párrafos adelante

Programa Universitario de Alimentos (PUAL) / Programa Universitario de Alimentación Sostenible (PUAS)

Organización y participación en eventos académicos

El Programa Universitario de Alimentación Sostenible (PUAS) participó en 13 eventos académicos; siete de ellos realizados en entidades universitarias como la Facultad de Medicina, las facultades de Estudios Superiores Aragón y Cuautitlán, el Programa Universitario de Investigación en Salud y la Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad. La participación en espacios extrauniversitarios comprendió seis actividades, en eventos organizados por la Sociedad Mexicana de Patólogos Veterinarios, la Organización de Porcicultores Mexicanos, la Secretaría de Economía, la Comisión de Ganadería de la Cámara de Diputados LXV Legislatura, la Universidad Autónoma de Baja California y la Central de Abasto de la Ciudad de México. El PUAS organizó 11 eventos académicos dirigidos a alumnos del nivel de bachillerato y de licenciatura. Como actividades de extensión, se organizaron cuatro sesiones del Seminario Permanente sobre Agricultura, Alimentación y Sostenibilidad; cuatro sesiones del Seminario Permanente sobre Pandemias y su impacto en la Alimentación Sostenible y nueve sesiones del Seminario Permanente Sustentabilidad Alimentaria, coorganizado con la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación del gobierno de la Ciudad de México (SECTEI) y la Red ECOS; y dio inicio el Diplomado Un bienestar: Bienestar animal aplicado y sostenibilidad, en el mes de septiembre.

En el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con la alimentación sostenible, los prestadores de servicio social del Programa elaboraron tres documentos de difusión; se compilaron documentos normativos locales, regionales, federales e internacionales referentes a acciones, productos y servicios ecosistémicos en el estudio de la sustentabilidad; también se desarrollaron dos talleres. Se impartió el programa de capacitación a expendedores de alimentos del Padrón de la Dirección General del Patrimonio Universitario, que comprendió cinco sesiones en las que se abordaron las temáticas de Manejo higiénico de alimentos e Higiene de las instalaciones.

Actividades de divulgación científica

Se realizaron ocho actividades de divulgación en la radio, la televisión y otros medios, tanto impresos como electrónicos, sobre temas relacionados con la alimentación sostenible, el desperdicio y pérdida de alimentos, el PUAS, la producción porcina, el correcto manejo de los alimentos en tiempos de calor y el acceso a una alimentación sostenible. Además, se generaron tres materiales de

divulgación publicados en memorias de eventos y en una revista, y se realizaron otras actividades de divulgación a través de las redes sociales del Programa.

Actividades de vinculación, cooperación y colaboración

La participación del Programa en actividades institucionales incluye su presencia virtual en diversas actividades organizadas por otras entidades y dependencias. El Programa también participó en sesiones organizadas por la Red de Educación Continua y en reuniones del Comité de Ética e Investigación de la Facultad de Medicina y la Coordinación de Servicio Social de la Facultad de Medicina, entre otras. Asimismo, se participó en diversas reuniones de trabajo del Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Secretaría de Economía; como miembro del Comité de Salud en Producción Porcina del Consejo Técnico Consultivo Nacional de Sanidad Animal, del Grupo Técnico Asesor de Sanidad Porcina del Senasica-Sader, del Comité Académico del Seminario Permanente de Sustentabilidad Alimentaria, coordinado por la Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México y su Red ECOS, y del Organismo Nacional de Certificación y Verificación Agroalimentaria, A.C. Por otra parte, se establecieron 11 vinculaciones con instituciones de los sectores privado, público y social; de ellas, cabe resaltar la colaboración del PUAS y el PUEIS con la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural para premiar a los ganadores del concurso “Soluciones tecnológicas de bajo costo y/o basadas en recursos locales”; y la suscripción de las bases de colaboración con la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán y el convenio de colaboración con el Consejo Mexicano de la Carne, A.C. El PUAS está integrando la Red en Alimentación Sostenible cuya primera labor es construir un Diplomado en Alimentación Sostenible. Por otra parte, el Programa se integró a la Red LABSA, creada por la SECTEI. El PUAS entregó el proyecto LASOS con el propósito de crear un laboratorio de alimentación sostenible en la UNAM y recibirá de la SECTEI fondos para realizar un estudio de factibilidad. Como parte del trabajo a realizar dentro del proyecto LASOS, éste se asociará con un proyecto propuesto y aprobado por el PAPIME. Finalmente, en este año se trabajó en la instalación del Consejo Consultivo del PUAS, mismo que al momento está integrado por 12 miembros, cuenta con su propio reglamento y sesionó en dos ocasiones.

Programa Universitario de Estudios Interdisciplinarios del Suelo (PUEIS)

El PUEIS, a casi dos años de su creación, incrementó las sinergias de colaboración interdisciplinarias en materia de docencia, difusión e investigación con académicos de la UNAM que trabajan de manera directa o indirecta en la ciencia del suelo. Además, generó articulaciones con un enfoque transdisciplinar con órganos de gobierno y sociedad civil en temas de impacto nacional. El logro de su posicionamiento radica en mantener la visión estratégica alineada a los objetivos definidos en su acuerdo de creación. A la fecha, su capital humano base lo conforma un equipo de académicos aliados con 51 representantes que proceden de 43 dependencias y entidades de la UNAM. Entre sus acciones también destacan:

El fortalecimiento del Programa de Comunicación con el que implementa un conjunto de estrategias para difundir de manera asertiva sus capacidades, actividades y logros, con la intención de visibilizarlo para incrementar su posicionamiento. El sitio web y las redes sociales del PUEIS, han atendido mayores audiencias: académicas, no especializadas y jóvenes en formación. El sitio web, integró la sección de "Anuncios Clasificados" para que los académicos registrados al PUEIS anuncien oportunidades de colaboración en proyectos, tesis, servicios sociales, cursos, eventos y diplomados; además, se ampliaron los perfiles de registro al Programa, con lo cual se han sumado 244 académicos UNAM, cuatro académicos externos, 540 estudiantes, dos servidores públicos, dos empresarios y 21 agricultores. La nueva plataforma muestra las actividades, eventos y proyectos que se realizan en el PUEIS, y promueven la participación de la comunidad. En las redes sociales, se genera contenido orgánico, atractivo, pero con rigor académico, y se publican infografías, noticias, notas, videos, libros, revistas, invitación a eventos como conferencias, conversatorios, cursos, exposiciones, charlas magistrales, etcétera, que promueven la interacción y acercamiento del público en relación con el suelo. La página de Facebook cuenta con 1800 seguidores y el canal de YouTube con siete videos del PUEIS y sus proyectos, tiene 344 reproducciones. Además, incrementó su presencia en diferentes medios de comunicación con cinco publicaciones en *Gaceta UNAM*, 21 artículos en prensa, una entrevista en TV UNAM y 81 menciones en redes sociales como Facebook, Instagram, Twitter y YouTube. Las publicaciones internas incluyen *El suelo en la UNAM* y el catálogo fotográfico *Las miradas al suelo en la UNAM*, además del artículo "Soil governance and sustainable agriculture in Mexico" en la revista *Soil Security* de Elsevier. El PUEIS inició la grabación del podcast *Del Suelo al Cielo*, en donde académicos de la UNAM difunden las ciencias del suelo desde diferentes perspectivas y para todo público.

Otro eje de trabajo es el impulso en la enseñanza de la ciencia del suelo que promueve una mejor comprensión y cuidado del recurso, en cualquier área del conocimiento. El público objetivo este año fueron estudiantes y profesores del bachillerato UNAM: Escuela Nacional Preparatoria (ENP), Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) e Iniciación Universitaria, a quienes se les invitó a participar en una jornada académica, en un ciclo de conferencias y un encuentro estudiantil para para alumnos de Iniciación Universitaria. En estas actividades se tuvo un alcance aproximado de tres mil personas, entre alumnos y profesores. Para promover la internacionalización en el estudio multidisciplinario de la Ciencia del Suelo, se presentó ante la Universidad de California, la propuesta del curso "Oportunidades de intervención en la Ciencia del Suelo", a ser impartido por académicos de ambas universidades, dirigido a estudiantes de maestría y doctorado de todas las áreas disciplinares.

La creación de la Red Universitaria de Laboratorios de Suelos (RULabS) de la UNAM, conformada por 42 laboratorios pertenecientes a 20 entidades académicas, de los cuales 26 se encuentran en la Ciudad de México y 16 en otros seis estados de la República. Los análisis que realizan se agrupan en 14 áreas temáticas dedicadas a evaluar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo desde diferentes campos del conocimiento, trabajan con enfoques

diversos orientados al manejo, protección, rehabilitación y conservación de los suelos. El objetivo de la Red es promover la colaboración multidisciplinaria e interinstitucional, que resulte en beneficios para la comunidad en términos de capacitación, uso de recursos y generación del conocimiento a través de la participación en proyectos de investigación y educación.

La vinculación estratégica con el Gobierno de México, en donde el PUEIS participó en la elaboración de la Estrategia Nacional de Suelo para la Agricultura Sostenible (ENASAS), que tiene el propósito de promover la conservación y rehabilitación de las múltiples funciones del suelo para contribuir a la seguridad alimentaria y el bienestar de la población. Para el 2022, se estableció el plan operativo para ejecutar las acciones y cumplir con la ENASAS, a través de grupos de colaboración en el Comité Sectorial de Suelo para la Agricultura Sostenible (COSESAS). Por designación del rector, doctor Enrique Graue Wiechers, la coordinadora del Programa y de los grupos de trabajo, la doctora Blanca Prado Pano, es la representante por parte de la UNAM ante el COSESAS. El PUEIS se ha consolidado como la instancia responsable de coordinar el Subcomité 3: Concientización, educación y formación, que es uno de los cuatro grupos encargados de ejecutar las acciones de la ENASAS.

La promoción en la preservación de los suelos de México, al impulsar la participación de la academia y de diversos sectores sociales, como Promotor Nacional, para la puesta en marcha del Programa Mundial de Doctores de los Suelos (PDS) de la Alianza Mundial por el Suelo de la FAO, que tiene el objetivo de capacitar a los agricultores en los principios básicos de la ciencia del suelo y su manejo sostenible, a través de un esquema de capacitación de agricultor a agricultor. Los resultados de la primera etapa incluyen la implementación del PDS en siete estados del país, la certificación de 27 Formadores de Doctores de los Suelos, 120 agricultores certificados como Doctores de los Suelos, 32 técnicos de campo como Promotores Locales, y 200 agricultores capacitados por los Doctores de los Suelos y Promotores Locales. Los resultados obtenidos a la fecha posicionaron al PDS como una acción para lograr la Gobernanza del Suelo, en el eje Educación, Concientización y Participación de la Estrategia Nacional del Suelo para la Agricultura Sostenible (ENASAS) de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Sader) de México.

La organización y participación en eventos dirigidos a públicos diversos, destacando: (i) el montaje de la exposición *Stratum*, en el Museo Universitario de Ciencias y Arte (MUCA), donde el PUEIS participó como organizador y promotor de los productos científicos asociados a la obra artística con diálogos transdisciplinarios entre las ciencias y las humanidades; (ii) el ciclo de 11 seminarios Por amor a mi Tierra: ¿conoces el suelo que pisas?, en equipo con la Fundación UNAM y el consorcio Universidades por la Ciencia, donde se abordó la importancia del suelo, a través de la mirada al recurso desde diferentes aristas, con expertos nacionales e internacionales; y (iii) la puesta en marcha del Seminario Permanente Transformaciones del Suelo, que busca crear un espacio de diálogo sobre los procesos sociales, económicos y ambientales que inciden en la transformación, uso y aprovechamiento de los suelos como recurso natural.

Programa de Investigación en Cambio Climático (PINCC)

En 2010 se creó el Programa de Investigación en Cambio Climático y tiene como objetivo promover la investigación de frontera en cambio climático con un enfoque multidisciplinario e integral. Busca la generación de conocimiento útil para la toma de decisiones, así como el involucramiento del gobierno y la sociedad en la ciencia del cambio climático a través de convocar, integrar y coordinar las capacidades y esfuerzos de la Universidad relacionados con este fenómeno.

Red académica nacional e internacional

El PINCC colabora con diversas instituciones y redes de investigación, incluyendo la Universidad Libre de Ámsterdam, Clark University, la Universidad de California y la Universidad de Boston. Convoca y participa en redes de investigación de universidades e instituciones de México y Latinoamérica, quienes se dan cita cada año en el congreso del Programa. Coordina una red de investigación en cambio climático, sostenibilidad y calidad del aire en la megalópolis del Valle de México. Participa en el Grupo de Trabajo de Riesgos ASG del Comité de Finanzas Sostenibles del Banco de México. Fue parte del Comité Ejecutivo del Pronaces-Cambio Climático y Calidad del Aire de Conacyt/Semarnat. Junto con el Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, inició los trabajos y coordinación del estudio Estado y Perspectivas del Cambio Climático en México. Se mantiene la presencia en la University Coalition for Climate Change y la vinculación con la Red de Patrimonio Biocultural del Conacyt.

Proyectos de investigación

Se concluyeron siete proyectos que abordaron distintos aspectos de los impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en nuestro país y sobre la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Se destaca la elaboración y distribución de dos programas de cómputo para el análisis del cambio climático en México. Se financiaron cinco proyectos nuevos. Se realizó un proyecto para PNUMA y se co-coordinó un proyecto Pronace sobre la Megalópolis del Valle de México.

Participación en foros gubernamentales

Se participó en diversos foros convocados por el Banco de México, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, del Consejo de Cambio Climático del gobierno federal y las cámara de Diputados y Senadores. Se co-coordinó el evento de 10 años de la Ley General de Cambio Climático junto con la Cámara de Diputados.

Eventos académicos

Se llevaron a cabo el 12º Congreso Nacional de Investigación en Cambio Climático y el 4º Congreso Latino de Investigación en Cambio Climático. Se realizaron seis sesiones del Espacio Académico Interactivo del PINCC. Se llevaron a cabo nueve sesiones del Conversatorio Permanente de la Red Universita-

ria de Cambio Climático. Se realizaron 10 módulos del ciclo de conferencias: ¿Qué sabemos sobre el cambio climático? sobre diversos temas.

Difusión

Se produjo la segunda temporada del podcast *CliMitología* con 10 episodios desarrollando diversas temáticas como desigualdad, salud mental, escasez hídrica, desinformación y eventos extremos. Se atendieron decenas de entrevistas para medios de comunicación y se realizaron conferencias de prensa en temas como la COP27, el calentamiento en México, entre otros.

Programa Universitario de Investigación en Salud (PUIS) / Programa Universitario de Investigación sobre Riesgos Epidemiológicos y Emergentes (PUIREE)

El PUIS realizó actividades con base a su misión, visión y objetivos. En los cuales perfiló: fomento y fortalecimiento a la investigación a partir de acciones articuladas con instituciones del sector público/privado en el área biomédica básica y clínica; vinculación del trabajo de investigación universitario con instituciones académicas y del sector salud, a fin de estructurar redes multidisciplinarias; propiciar acciones dirigidas a la comunidad universitaria fundadas científicamente; desarrollar acciones relevantes para la biomedicina, la bioética y la práctica clínica; y fortalecer y optimizar recursos para investigación en salud de manera interinstitucional.

Fomento y fortalecimiento a la investigación

Continuó la coordinación y colaboración con Avimex para el proyecto “Vacuna para COVID-19”. Grupo interinstitucional con apoyo del Conacyt y la Amexcid (Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo). Se coordinaron proyectos de investigación clínica cuya aportación es la evaluación de herramientas terapéuticas contra COVID-19, así como el desarrollo de análisis epidemiológico de la pandemia (UNAM-PUIS, Facultad de Ciencias, Instituto de Biotecnología, INCICH y Amexcid).

Contribuyó a fomentar y fortalecer la investigación al otorgar seis premios: Aida Weiss-PUIS-UNAM, Lola e Igo Flisser-PUIS, INNN-PUIS en neurociencia clínica, Gea-PUIS a la investigación de especialidades médicas, Doctor José Noriega Limón, Investigación clínica en resistencia antimicrobiana; dirigidos a las áreas: oncología, neurociencias, salud pública, parasitología, especialidades médicas, así como control de la resistencia antimicrobiana. Los premios consisten en constancia de la UNAM, incentivo económico y medalla de plata para el autor, así como reconocimiento especial a tutores y colaboradores.

Vinculación y cooperación académica nacional e internacional

Se dio continuidad a las actividades de la Comisión Universitaria para la atención a la Emergencia por Coronavirus, en la cual, con la Clínica universitaria para prueba molecular diagnóstica para coronavirus SARS-CoV-2, se otorgó servicio gratuito a la comunidad universitaria en dos sedes, ubicadas en la Di-

rección General de Atención a la Salud (DGAS) en Ciudad Universitaria, y en la calle Adolfo Prieto No. 721, Colonia del Valle.

Con el Plan Universitario para el control de la Resistencia Antimicrobiana (PUCRA) (Red nacional), creado para elaborar propuestas, planear intervenciones y consolidar acciones que culminen en políticas públicas eficientes, dirigidas al control y disminución del uso de antibióticos, se coordinaron varios eventos: Seminario anual de la Red PUCRA: "Prevenir juntos la Resistencia a los antimicrobianos"; la primera Carrera Atlética "Contra la resistencia antimicrobiana. Corramos hoy para frenar la pandemia del mañana" en Ciudad Universitaria (PUCRA, Gerencia de asuntos médicos de la empresa británica Reckitt, y Dirección General del Deporte Universitario); Simposio "Control de la Resistencia Antimicrobiana" (Secretaría de Salud del Gobierno de la Ciudad de México, Facultad de Medicina, PUCRA); participó en la Conmemoración del Día Mundial en respuesta al VIH/SIDA 2022 (Fundación México Vivo, Secretaría de Salud de la Ciudad de México, Clínicas Especializadas Condesa de la Ciudad de México y UNAM-PUIS) en la "Jornada de servicios de salud. Iluminación de monumentos y edificios emblemáticos de la Ciudad de México". El día mundial del SIDA se iluminó en color rojo la Torre de Rectoría y la Biblioteca Central de la UNAM.

Seminario permanente de Bioética. Se transmitieron en línea por el canal de YouTube, sesiones mensuales con la participación de expertos en los temas: multiculturalismo, salud y bioética, infecciones-investigación-sociedad, bioética-trascendencia, resiliencia, epidemia de la violencia, confidencialidad de datos, Darwin-evolución-medicina, (UNAM-PUIS, y representantes de bioética del Sector Salud del país) Iniciativa UC-México (Alianza Universidad de California y UNAM-PUIS) Grupo Binacional de Investigación en Salud y Calentamiento Global. Participantes: Programa de Investigación en Cambio Climático; PUIS; Instituto Nacional de Enfermedades Respiratoria; Instituto Nacional de Salud Pública; Universidad de California-San Francisco.

Portal web Alimentación para la salud. <https://alimentacionysalud.unam.mx/> (Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán y la Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud del TecSalud, UNAM-PUIS) Se actualizaron contenidos del portal web y redes sociales: Facebook: alimsaludmx; Twitter: alimsaludmx. Se transmitieron en vivo a través de la red social YouTube: unampuis, sesiones del Seminario Alimentación para la Salud, con la Coordinación académica del doctor Samuel Ponce de León Rosales (PUIS) y el doctor Carlos A. Aguilar Salinas (Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán). Se actualizó la información del Portal web: Observatorio de Vacunas contra la COVID-19: México. <https://observatoriovacunas-covid19.unam.mx/> Coordinación de la Investigación Científica; el Centro de Ciencias de la Complejidad-UNAM; Instituto Nacional de Salud Pública, UNAM-PUIS.

Educación continua modalidad en línea

Se impartieron cuatro diplomados: Nutrición Clínica, quinta edición constituido por 160 horas; Epidemiología hospitalaria y control de infecciones asociadas a la atención de la salud, segunda edición integrado por 245 horas. Colaboración académica de la UNAM-PUIS, el Hospital Infantil de México Doctor

Federico Gómez, el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, y la Asociación Mexicana para el Estudio de las Enfermedades Nosocomiales A.C.; Gestión y Liderazgo en Servicios de Salud, quinta edición con 195 horas, cuya acreditación académica es otorgada por la UNAM y la Escuela de Salud Pública de la Universidad de California, Berkeley. Actualización y educación en diabetes, segunda edición con 161 horas. Y cursos en línea de Metodología y Estadística Inferencial integrado por tres módulos con un total de 58 horas.

Divulgación y difusión en salud

Produjo con Radio UNAM, la serie *Hipócrates 2.0-Investigación y vanguardia en salud*, del cual se transmitieron 52 programas grabados y en vivo, los martes a las 18:00 horas por el 96.1 FM y en internet: www.radiounam.unam.mx. La retransmisión es por la red social YouTube: unampuis, y Facebook: unampuis. También disponibles en el podcast de Radio UNAM. Se diseñaron y difundieron varias campañas para evitar brotes del coronavirus SARS-CoV-2, control de la resistencia antimicrobiana, y sobre temas relevantes en el área de la salud, transmitidos a través de diversos medios de comunicación masiva, redes sociales y plataformas virtuales. Se organizaron y coordinaron webinar, conversatorios, congreso internacional, conferencia magistral, foros de salud, conferencias de prensa, jornadas interactivas, cursos gratuitos, etcétera.

Producción editorial

Edición digital *Resistencia Antimicrobiana 2017 a 2020. Reporte de los hospitales de la Red PUCRA: Resistencia antimicrobiana y consumo de antibióticos (2022); Limited Therapeutic Options in Mexico for the Treatment of Urinary Tract Infections*, Miranda-Navales, G., Flores-Moreno, K., López-Vidal, Y., Ponce de León-Rosales, S. and PUCRA network members (2022); Catálogo virtual: *Investigación en la UNAM*, integra Líneas y proyectos de investigación en el área de la salud. www.puis.unam.mx. Se actualizó la información. Cuenta con un total de 2131 proyectos registrados, clasificados en 10 áreas del conocimiento de acuerdo con los criterios de la DGAPA y Conacyt.

Programa Universitario Espacial (PUE)

El PUE promueve la concreción de proyectos para el desarrollo de Ciencia y Tecnología Espacial (CTE); trabaja en la construcción de un ambiente adecuado para la formación multidisciplinaria. Adicionalmente, se encarga de difundir y divulgar el conocimiento en materia espacial para contribuir en la generación de conocimiento y la cultura de la sociedad en este ámbito.

Cultura espacial y comunicación social de la CTE

Concurso Iberoamericano de Robótica Espacial 2022: Caminante Lunar. El PUE, en colaboración con el Laboratorio de Bio-robótica de la Facultad de Ingeniería, desarrollaron el concurso con el objetivo de generar habilidades en los estudiantes, para que mediante el uso de robots desempeñen tareas en misiones espaciales simuladas. El concurso se orientó a estudiantes de nivel

licenciatura y posgrado de universidades iberoamericanas, en el cual participaron 57 equipos de siete diferentes países, adscritos a 41 universidades, sumando 324 estudiantes y 54 profesores.

Por otro lado, junto con el Posgrado de la Facultad de Medicina, se creó el Diplomado Medicina Aeroespacial y se organizaron las sesiones de los dos primeros capítulos del temario.

Innovación y proyectos espaciales

Portafolio de proyectos del Programa Espacial Universitario. La formación del portafolio tiene como una de sus estrategias encontrar e impulsar la implementación de proyectos universitarios que tengan una propuesta clara de acción que permita proponer soluciones espaciales a problemas nacionales

Con el objetivo de impulsar los proyectos de CTE en la comunidad universitaria y contribuir con los ODS implementados en la Agenda 2030 de la ONU, se han impulsado cinco nuevos proyectos en temáticas que abarcan las ciencias atmosféricas, ciencias médicas, hasta las ciencias económicas, pasando por problemas de contaminación, pobreza y energía sustentable.

Proyectos satelitales

Taller Satelital Universitario (TSU). El objetivo del TSU es acortar la brecha tecnológica en el área espacial mediante el desarrollo de satélites que brinden experiencia, generen conocimiento y desarrollen capacidades. Con ese objetivo, se están desarrollando las siguientes misiones satelitales:

Constelación AztechSat. El proyecto Constelación AztechSat es una iniciativa conjunta entre el PEU, la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) y la Agencia Espacial Mexicana para colaborar en el desarrollo de una constelación de microsátélites que demuestren tecnología para aplicaciones de exploración lunar y al mismo tiempo, abordar un problema clave en la Tierra.

La iniciativa pretende realizar una prueba de concepto de un sistema espacial para monitorear fauna marina desde el espacio con objeto de entender sus hábitos de migración y así proteger a las especies de peligros como derrames de hidrocarburos, chocar con instalaciones en altamar o barcos de gran calado.

El proyecto implica retos tecnológicos como: rastreo de animales marinos, administración de los paquetes de transmisión y exactitud en el posicionamiento de los animales, entre otros.

Los resultados de la prueba de concepto permitirán a la NASA desarrollar sistemas de comunicaciones para el monitoreo de activos y de astronautas sobre la superficie de la Luna en las próximas misiones tripuladas del programa Artemis. Eventualmente, estos resultados servirán también para preparar la infraestructura espacial y terrestre para la exploración humana de Marte.

Uno de los principales beneficios del proyecto es impulsar la formación de estudiantes en áreas de diseño, construcción, prueba y operación de nanosatélites, con lo que se pretende consolidar el ecosistema espacial nacional para realizar proyectos cada vez más complejos y ambiciosos.

Misión Ixaya. La misión consiste en el desarrollo de un sistema de monitoreo remoto capaz de detectar y emitir alertas de “zonas de riesgo”, con resolución media hacia alta (20 m por píxel), con un área mínima de detección de 20 x 20 m. Para lograr el objetivo se desarrolla un satélite tipo Cubesat de tres unidades. Con este sistema será posible contribuir con alguna de las siguientes tareas: (i) detección de puntos calientes, que sean generados por incendios, empresas, accidentes, etcétera; (ii) monitoreo de la presencia o ausencia de vegetación y estimación de la densidad y madurez de cultivos en áreas agrícolas; (iii) monitoreo de la formación de nuevos asentamientos irregulares en zonas de riesgo; (iv) monitoreo de fugas masivas de agua; (v) monitoreo remoto de la invasión de zonas verdes protegidas y/o la eliminación clandestina de árboles y vegetación en áreas de la CDMX; (vi) presencia de cuerpos de agua y/o vegetación en zonas de riesgo de aludes y, (vii) La presencia de daños por eventos naturales.

OPERACIÓN ACADÉMICO-ADMINISTRATIVA DE LA UPEID

La Unidad de Proyectos Especiales en Apoyo a la Investigación y la Docencia (UPEID) está integrada por el Centro de Ciencias de la Complejidad (C3), el Laboratorio Internacional de Investigaciones sobre el Genoma Humano (LIIGH), la Red de Apoyo a la Investigación (RAI) y el Centro de Estudios en Computación Avanzada (CECAv). Entre las actividades relevantes en la operación de la UPEID durante 2022, se encuentran la renovación de diversos integrantes de sus cuerpos colegiados. En el caso de la Comisión Dictaminadora, cuatro de los seis académicos finalizaron su gestión, permaneciendo dos en la misma. En cuanto al Consejo Asesor Interno de la UPEID, dos de los Proyectos Especiales cambiaron de coordinador por lo que los nuevos directivos se integraron automáticamente al mismo. Adicionalmente, se llevaron a cabo las elecciones para renovar a los representantes del personal académico ante el Consejo Asesor Interno. Durante el año 2022, los coordinadores de las cuatro Unidades Especiales de la UPEID se integraron al Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC) quienes participan con voz sin voto. A lo largo de 2022 la SID coordinó siete sesiones de los cuerpos colegiados donde se evaluaron 36 solicitudes de contratación, cuatro promociones, cuatro definitividades, dos concursos de oposición abiertos, cuatro solicitudes de becas posdoctorales y dos postulaciones al premio RDUNJA. Finalmente, se apoyó la tramitación de más de 30 instrumentos consensuales entre las subunidades de la UPEID y diversas instituciones de los sectores académico, privado y gubernamental.

Centro de Ciencias de la Complejidad (C3)

El C3 durante el 2022 continuó su trabajo de modo multidisciplinario junto grupos especiales para resolver problemas de interés nacional con impacto social. El trabajo se desarrolló de manera híbrida con reuniones en proyectos complejos. A continuación, se enlistan algunos de ellos.

Plataforma CHILAM

Se sigue trabajando en el sistema para el modelaje de la biodiversidad y desarrollado en colaboración con la Conabio; Proyecto 42, un sistema para el

modelaje de la obesidad y enfermedades metabólicas. Estas plataformas permiten cosechar e integrar datos de diversas fuentes para ayudar a solucionar problemas globales.

Salud

Varios proyectos multidisciplinarios para detectar alertas tempranas para enfermedades, biomarcadores de salud y minería de datos con diferentes instituciones tanto dentro como fuera de la UNAM, Hospital General de México, Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición, entre otras.

Conductome, proyecto de Ciencia de Datos para analizar cómo la conducta propicia obesidad en estudiantes. A pesar de las estrategias para prevenirlos, la obesidad y el sobrepeso han alcanzado niveles récord en México debido, en buena medida, a que no se han explorado suficientemente como un problema complejo: multifactorial, de largo plazo, y producto de múltiples conductas poco saludables que se acumulan a lo largo del tiempo.

Redes Fisiológicas. Se ha desarrollado una herramienta para construir redes fisiológicas a partir de datos antropométricos, de biometría hemática, tomografías y otras señales. Estas redes son distintas para hombres y mujeres jóvenes, cambian al envejecer y también al enfermar.

Plan integral de movilidad. Varias Apps

Los proyectos son diseñar nuevos modelos de movilidad, con la finalidad de resolver problemáticas viales derivadas del sector productivo, de la logística y del crecimiento de la población.

Análisis y valoración de redes

Combinar técnicas cuantitativas, de redes complejas y de inteligencia artificial para hacer minería en diversas bases de datos bibliográficas y de patentes, con el fin de analizar en el contexto regional e internacional, el estado actual y la evolución de la ciencia mexicana, de la UNAM y de las redes académicas del C3.

Se siguió trabajando a la respuesta ante la pandemia SARS-Cov-2

- Monitoreo continuo de variables fisiológicas en personal de salud de alto riesgo por exposición a pacientes con COVID-19 en el Hospital General de México. Proyecto apoyado por Conacyt en la convocatoria especial de respuesta a la pandemia. En este proyecto colaboran en el C3 investigadores de la UNAM, la UAEM y el Hospital General de México. A través de un reloj inteligente se están monitoreando 108 sujetos para caracterizar los cambios en sus series de tiempo fisiológicas al enfermar de COVID-19.
- Aplicación Epl-Puma. Esta Plataforma Universitaria para la Inteligencia Epidemiológica de SARS-CoV-2 (Epl-Puma) está basada en algoritmos de aprendizaje automático que conjuntan miles de datos climáticos, sociodemográficos y socioeconómicos, para predecir asuntos clave de la pandemia

como casos positivos, hospitalizaciones, tasas mortalidad y letalidad, para cada uno de los municipios del país

- Observatorio de Vacunas contra COVID-19. Tiene como principal objetivo proporcionar información confiable y útil para el conocimiento de la población general, coadyuvar en el proceso de comunicación por parte de los medios de comunicación, y ofrecer al personal de salud información técnica que pueda fortalecer su ejercicio profesional.

Laboratorio Internacional de Investigación sobre el Genoma Humano (LIIGH)

El Laboratorio Internacional de Investigación sobre el Genoma Humano (LIIGH) se creó con el objetivo fundamental de proporcionar las mejores condiciones de trabajo a jóvenes académicos y académicas para que formen parte del liderazgo en investigación en el área de ciencias genómicas. Estas investigadoras e investigadores jóvenes pueden desarrollar sus propias ideas de manera independiente a partir de su incorporación al LIIGH. Hasta la fecha se han incorporado nueve investigadoras e investigadores jóvenes. Además, el LIIGH cuenta con dos grupos de investigación establecidos. La función principal de estos grupos es la de organizar los programas académicos que brindan ayuda a las y los investigadores jóvenes. En este contexto, los logros académicos del LIIGH deben medirse en función a los logros académicos de sus investigadoras e investigadores jóvenes.

Durante 2022 se obtuvieron los siguientes logros institucionales:

Se continuó la consolidación de las principales líneas de investigación del LIIGH: Estructura, dinámica y evolución del genoma; Regulación de la expresión del genoma; Aspectos genómicos de la predisposición al cáncer; Genética de poblaciones y paleogenómica; Genómica de enfermedades mendelianas; Genómica estadística de poblaciones y su impacto en enfermedades complejas y Modelaje matemático de circuitos de regulación génica. Estos grupos de investigación continúan estableciéndose como líderes internacionales en su campo.

Se inauguró el nuevo Laboratorio de Paleogenómica del LIIGH, en el cual se procesaron cientos de muestras antiguas de diversas especies incluyendo humanos, plantas y fauna extinta de México.

Se continuó con el Programa de Profesoras y Profesores Visitantes, de forma virtual, y se lograron colaboraciones con investigadoras e investigadores de instituciones de alto prestigio internacional.

Se desarrolló el programa Frontiers in Genomic Sciences, para las y los estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Genómicas (LCG) de la ENES Juriquilla, que une la experiencia de investigadoras e investigadores líderes internacionales de diferentes áreas de la genómica con las ideas y entusiasmo de estudiantes de la LCG.

Se realizó el Coloquio Internacional Horizons in Genomic Sciences 2022 en Cancún, con la participación de las y los investigadores del LIIGH, miembros del International Advisory Board y estudiantes e investigadores invitados.

Es de destacar que durante 2022 los investigadores jóvenes contaron con seis posdoctorantes, ocho estudiantes de doctorado, cinco de maestría y 29 de licenciatura; ocho donativos internacionales y siete donativos nacionales y 32 publicaciones en revistas de prestigio internacional.

Entre los logros específicos de los investigadores jóvenes se destacan los siguientes:

Organización de eventos académicos: Encuentro Nacional de Bioinformática, reunión anual de la International Society for Computational Biology (ISCB)-Latin America, Simposio virtual de la Society for Molecular Biology and Evolution (SMBE), y 2º Simposio Internacional del Día de las Enfermedades Raras.

Lanzamiento del Registro Mexicano de Enfermedades Raras y Poco Frecuentes.

Nombramientos en importantes sociedades científicas internacionales como la junta directiva del ISCB, el consejo de la SMBE, el comité directivo de la Society for Melanoma Research, participación en las sesiones del Consejo de Ciencia de la Organización Mundial de la Salud y participación en los comités editoriales de las prestigiosas revistas *eLife* y *Molecular Biology and Evolution*.

Red de Apoyo a la Investigación (RAI)

La Red de Apoyo a la Investigación (RAI) fue oficialmente inaugurada el 15 de junio del 2015. Las funciones de la RAI incluyen la prestación de servicios de alta tecnología en genómica, citometría de flujo, proteómica, biología molecular y celular, bioestadística y bioinformática, así como promover el desarrollo y promoción de la investigación multidisciplinaria en biomedicina para generar nuevos conocimientos y sistemas de diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades. Además, la RAI capacita y forma recursos humanos calificados en las diferentes áreas de la investigación clínica y biomédica que requieran de la aplicación de tecnología de punta.

La RAI está integrada por un consorcio de instituciones médicas y académicas constituido por cuatro Institutos Nacionales de Salud de la SSA y la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM y opera con siete unidades y laboratorios de investigación completamente equipados para la realización de análisis que requieren de la aplicación de tecnología de frontera.

Planta académica

Durante el 2022, la planta académica de la RAI estuvo constituida por nueve investigadores (cuatro titulares y tres asociados pertenecientes a la CIC, dos investigadoras comisionadas por los institutos del consorcio) y ocho técnicos académicos. Los integrantes del personal académico fungieron como responsables de los diferentes laboratorios y unidades de la RAI.

Logros 2022

Se realizó el seguimiento del cumplimiento de los requisitos de las normas ISO9001:2015 e ISO/IEC 17025:2017 de los laboratorios de Metabolómica y Proteómica, Genómica, Biología Molecular y Citometría de flujo: (i) la 2ª audi-

toría de vigilancia externa para los laboratorios de Biología Molecular y Metabolómica & Proteómica; y (ii) la 3ª auditoría interna para los cuatro laboratorios. Ambas se aprobaron satisfactoriamente de tal forma que permitirán asegurar su recertificación en 2023. El Certificado de Conformidad actual tiene validez hasta el año 2023.

La producción científica durante el año 2022 del personal académico de la RAI sumó 41 artículos de investigación publicados en revistas indizadas de circulación internacional, tres artículos de divulgación y dos capítulos de libro publicados por editoriales internacionales. Se presentaron nueve trabajos en congresos nacionales y se obtuvo el Premio Rosenkranz por la coautoría de un técnico académico del Laboratorio de Genómica de la RAI. Se impartieron 12 conferencias en reuniones y congresos nacionales o internacionales.

Se continuó o inició el desarrollo de 19 proyectos de investigación con diferentes fuentes de financiamiento, incluyendo Conacyt, PAPIIT y recursos de la dependencia. Por otro lado, los investigadores y técnicos académicos de la RAI participaron en un total de 34 proyectos de investigación en colaboración con investigadores de las instituciones del consorcio o externos.

Los investigadores de la RAI participaron en la formación de 35 alumnos a nivel de especialidad, licenciatura, maestría o doctorado, procedentes de diferentes instituciones, principalmente de la UNAM.

El personal de la RAI prestó diferentes asesorías y servicios de alta tecnología, bioinformática y bioestadística a investigadores del consorcio. En total se procesaron 3007 especímenes, se ofrecieron 315 horas de servicio y asesorías, se realizaron 99 servicios varios y se impartieron tres cursos formales.

Centro de Estudios en Computación Avanzada (CECAv)

Durante el año 2022 el Centro de Estudios en Computación Avanzada (CECAv), desarrolló varios proyectos en torno a diversas áreas emergentes de la computación, como el cómputo cuántico, el aprendizaje profundo y la ciencia de datos. A continuación se abordan brevemente las acciones que se llevaron a cabo en esta entidad durante el año 2022.

El CECAv dio continuidad a sus proyectos enfocados en la emergencia sanitaria (SARS-CoV-2). A partir del proyecto Herramienta de auxilio al diagnóstico de COVID-19, se generaron dos proyectos: Análisis de imágenes médicas para la detección y el seguimiento de COVID-19, e Inteligencia artificial para el análisis de imágenes biomédicas. Actualmente se encuentra disponible en línea una herramienta de auxilio al diagnóstico médico del COVID-19 en la dirección <https://www.imagensalud.unam.mx/>; se publicaron tres artículos de conferencias internacionales y uno adicional en revista indizada, y adicionalmente se graduaron dos alumnos de maestría con temas relacionados con estos proyectos.

En el contexto de la convocatoria Espacio de Innovación UNAM-Huawei 2022, fue renovado el proyecto Prototipo de un sistema web de asistencia médica para la clasificación de estudios mamográficos utilizando métodos de Apre-

dizaje Profundo, el cual permitirá mejorar los métodos de detección del cáncer de mama.

Otro de los proyectos vinculados con la salud es el Sistema inteligente para el diagnóstico médico asistido para enfermedades cardiovasculares, Syscardio. Durante el año 2022 se inscribió este *software* en el Registro Público del Derecho de Autor y se realizó la presentación de este proyecto mediante póster en el evento de British Council's CEO official visit to Mexico.

En el ámbito de la formación de recursos humanos, el CECAv colaboró con la CUAIEED en el desarrollo del Sistema de Tutoría Inteligente para el Sistema de Bachillerato a Distancia de la UNAM, para intervenir en el proceso de aprendizaje del estudiante de manera automática utilizando inteligencia artificial, como resultado de esta colaboración se publicó un artículo de congreso nacional.

Vinculación con la sociedad, cooperación, colaboración y servicios

Durante 2022, el CECAv continuó colaborando con la Universidad Robert Gordon, el Centro Médico 20 de Noviembre del ISSSTE y el Hospital ABC. Gracias a este esfuerzo conjunto se realizó el registro ante Indautor del *software* Syscardio, Sistema para auxilio al diagnóstico médico de enfermedades cardíacas.

Por otra parte, se mantuvo la vinculación con la empresa MOEN y el Hospital Médica Sur en el desarrollo del proyecto Prototipo de un sistema web de asistencia médica para la clasificación de estudios mamográficos utilizando métodos de Aprendizaje Profundo, logrando la renovación de dicho proyecto por un año; por último, el CECAv colaboró con la Facultad de Ingeniería, con el IIMAS y con el Instituto de Biotecnología para darle continuidad a sus proyectos relacionados con el SARS-CoV-2, generando varias publicaciones en revistas y conferencias nacionales e internacionales, así como desarrollando una herramienta de auxilio al diagnóstico que está disponible en línea de manera gratuita.

Organización y participación en eventos académicos

Uno de los principales objetivos del CECAv es el de organizar eventos alrededor de áreas emergentes de la computación. En este sentido, durante el año 2022 se llevaron a cabo el Seminario de Computación UNAM y la Escuela de Invierno en Cómputo Cuántico, ambos eventos comparten el objetivo de contribuir en la formación de profesionistas y graduados de alto valor y demanda.

En el Seminario de Computación se brindó la plática "Lenguaje y visión para el análisis del comportamiento humano", en la que se presentaron soluciones y resultados de Lenguaje y Visión (L&V) para abordar el análisis del comportamiento humano, incluyendo la detección de engaño, análisis de personalidad y monitoreo de agresión y eventos violentos en redes sociales, todo esto a partir de información multimodal y del uso de modelos de aprendizaje profundo.

Por otro lado, la Escuela de Invierno en Cómputo Cuántico consistió en un curso en formato virtual de 20 horas, en el que se abordó a la computación cuántica como una herramienta para generar algoritmos capaces de realizar

ciertas tareas a una velocidad muchísimo mayor que los algoritmos clásicos que utilizan nuestras computadoras actuales. Las bases de esta tecnología son propiedades propias de la mecánica cuántica, como el enredamiento cuántico y la superposición de estados, entre otras.

En el ámbito tecnológico, ya existen varias implementaciones de computadoras cuánticas que utilizan circuitos superconductores, elementos de óptica cuántica, qubits topológicos, iones atrapados, defectos en diamantes. Muchas de estas implementaciones son producto de la inversión de compañías como IBM, Google, Microsoft, Amazon y Honeywell, entre otras. Ello es una evidencia de que la computación cuántica está en auge y ya está siendo usada y desarrollada por grandes compañías en todo el mundo.

El Seminario de Computación UNAM se realizó el día 4 de noviembre de 2022 con 80 asistentes y la Escuela de Invierno en Cómputo del 24 y 28 de noviembre con 240 participantes.

COORDINACIÓN DE GESTIÓN DE CALIDAD PRODUCTIVA (CGCP)

La Coordinación de Gestión de Calidad Productiva (CGCP) tiene como objeto principal el promover las capacidades del Subsistema de Investigación Científica, en respaldo a los requerimientos de organizaciones públicas y privadas establecidas en México; a través de la gestión de proyectos de investigación, desarrollo, capacitación especializada y servicios tecnológicos, que contribuyan a elevar su competitividad.

Durante 2022, la CGCP concluyó el proyecto Estudio para estimar un índice de desarrollo social y humano con ciclos de vida y grupos vulnerables (IDS-HCVyGV) utilizando los microdatos de los censos de población 2010 y 2020, realizado para la Cámara Minera de México (Camimex), el cual permitió contar con información a nivel de los municipios, localidades y AGEB's en los cuales estén consideradas las 696 comunidades en las que tiene presencia la minería en el país; ello, para la toma de decisiones sociales y económicas que beneficiarán dichas comunidades. Este estudio fue realizado por académicos universitarios de Facultad de Estudios Superiores Acatlán, Facultad de Economía e Instituto de Geografía. El monto del proyecto fue de \$916,400 pesos.

Con la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación la Ciencia y la Cultura (OEI), la CGCP estableció las bases para la suscripción de un convenio general de colaboración cuya finalidad es promover, implementar y difundir programas de docencia, investigación, científicos y culturales y de derechos humanos, así como facilitar y democratizar el acceso a la educación, la ciencia y la cultura para contribuir al desarrollo social, educativo, cultural y científico en México e Iberoamérica, de conformidad con lo dispuesto en la normativa aplicable. Ello, con la participación de la Secretaría General, la Coordinación de Humanidades y la Coordinación de la Investigación Científica.

Asimismo, se suscribió un convenio de colaboración con la OEI para la coordinación de la Noche Iberoamericana de las y los Investigadores 2022, donde

se presentaron nueve eventos organizados por la UNAM, cuyo objetivo común fue dar a conocer los resultados de la investigación científica a diferentes públicos y a personas dedicadas a la investigación con la finalidad de visibilizar su rol y la importancia de su trabajo para el bienestar de la sociedad, siempre con una perspectiva de género transversal y prestando, por tanto, especial atención a las brechas de género en ciencia y tecnología. En estas actividades participaron académicos de la Facultad de Economía, Instituto de Biología, Instituto de Geofísica (Servicio Sismológico), Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad y el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Actualmente, se prepara la publicación interactiva La Noche Iberoamericana de l@s Investigador@s 2022.

La CGCP, en apoyo a la Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible (SDSN México), ha establecido colaboración estrecha con la actual LXV Legislatura de la Cámara de Diputados, destacando de esta colaboración la elaboración del proyecto Estrategia Legislativa. Legislar con visión de Sostenibilidad Agenda 2030. Colaboración desde la Academia, elaborada por 12 académicos pertenecientes a la Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia, Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto de Ecología, Instituto de Investigaciones Jurídicas y del Centro de Investigaciones de Información Geoespacial. La colaboración con la Cámara de Diputados muestra una oportunidad estratégica para mantener vínculos estrechos con las y los legisladores, los presidentes de las 46 comisiones legislativas y con el Presidente de la Mesa Directiva de la Cámara de Diputados para constituir de forma transdisciplinar a las entidades del Subsistema de la Investigación Científica y los otros Subsistemas de la Universidad en aliados clave de la Cámara de Diputados con una visión de sostenibilidad y de Agenda 2030, donde se debatan desde la academia los temas legislativos de interés nacional.

Durante 2022, la CGCP coordinó la relación de la Coordinación de la Investigación Científica con la Alianza FiiDEM, para la realización de boletines de inteligencia tecnológica para los Programas Universitarios de Salud (PUIS), de Estudios Interdisciplinarios del Suelo (PUEIS) y de Investigación en Cambio Climático (PINCC). El contenido de los boletines presenta la prospectiva tecnológica de cada una de las disciplinas de investigación de los Programas indicados. Asimismo, se coordinó la suscripción del convenio de colaboración con Alianza FiiDEM para continuar con estas actividades durante 2023.

En el marco del Sistema de Enlace LabUNAM (<http://labunam.unam.mx>) y con el objeto de conocer su potencial de vinculación para realizar servicios tecnológicos, se llevó a cabo la actualización y operación del sistema de 492 laboratorios pertenecientes al Subsistema de la Investigación Científica, del Subsistema de Humanidades y de Escuelas y Facultades, gestionando 165 servicios tecnológicos.

Asimismo, se diseñó un sistema para establecer indicadores de desempeño y su implementación en LabUNAM, conforme con los programas del Plan de Desarrollo Institucional 2019-2020, con objeto de incrementar su nivel de madurez tecnológica y utilidad hacia la toma de decisiones; utilizando un sistema

de visualización para analítica de datos —Business Analytics y Business Intelligence—. El diseño del sistema de indicadores considera cinco ejes temáticos: infraestructura, equipamiento, personas, recursos y resultados. El sistema, a partir de su implementación, permitirá contar con información clave para una mejor relación con terceros interesados en las capacidades de investigación de la Universidad, así como la optimización en el uso de sus capacidades científicas y tecnológicas.

