



unam
donde se construye el
futuro

La cueva más grande del mundo



- 3 Editorial
- 4 Reportaje
Geografía de accidentes viales
Yassir Zárata Méndez
- 7 Espacio abierto
Seis décadas entregadas a la química
Sandra Vázquez Quiroz
- 8 Historia de la ciencia
Ciencia y moda en el periodo ilustrado
Luz Fernanda Azuela Bernal

Reporte especial 10 •
La cueva más grande del mundo y los sistemas anquihalinos de Yucatán
José Antonio Alonso García

Perfiles 13 •
José Franco. Mirando las estrellas
Alicia Ortiz Rivera

En corto 14 •
Una joven vocación científica
Sandra Vázquez Quiroz

A ver si puedes
Alejandro Illanes Mejía



UNAM

Dr. José Narro Robles
Rector

Dr. Eduardo Bárzana García
Secretario General

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Secretario Administrativo

Dr. Carlos Arámburo de la Hoz
Coordinador de la Investigación Científica

El faro, la luz de la ciencia

Patricia de la Peña Sobarzo
Directora

Yassir Zárate Méndez
Supervisor editorial

Sandra Vázquez Quiroz,
Victor Manuel Hernández Correa,
Óscar Peralta Rosales,
José Antonio Alonso García y
Alicia Ortiz Rivera

Colaboradores

Paola Andrea Moreno Franco y
Victor Manuel Hernández Correa
Diseño gráfico y formación

El faro, la luz de la ciencia, es una publicación mensual (con excepción de los meses de julio-agosto y diciembre-enero) de la Coordinación de la Investigación Científica. Oficina: Coordinación de la Investigación Científica, Circuito de la Investigación, Ciudad Universitaria, 04510 México, D. F., teléfono 5550 8834.

Certificado de reserva de derechos al uso exclusivo del título, en trámite.

Impresión: Reproducciones Fotomecánicas, S.A. de C.V., Duraznos No. 1, Col. San José de las Peritas.

Delegación Xochimilco. México, D. F. Tiraje: 5,200 ejemplares. Distribución:

Coordinación de la Investigación Científica. 1er piso, Ciudad Universitaria.

Prohibida la reproducción parcial o total del contenido, por cualquier medio impreso o electrónico sin la previa autorización.

boletin@ic.unam.mx

Síguenos en:



Boletín El faro UNAM



@ElfaroUNAM

Nuestra portada



Tom Iliffe, espeleobuzo canadiense, observa un rempedio en el sistema de cavernas yucateco de Ox Bel Ha.

Crecimiento económico y científico

Es un país situado en América del Norte, tiene una superficie de 1.96 millones de km², siendo el país con la decimotercera extensión territorial más grande. Cuenta con una población de 117 millones de personas, se encuentra en la undécima posición de la tabla de población mundial y presenta una moderada densidad demográfica, con 60 habitantes por km². Es la economía número 14 por volumen de PIB, pero sus habitantes tienen un ingreso bajo y cuenta con la universidad más grande del continente. Esas son algunas características de México, que lo convierten en la eterna promesa de potencia económica. Entonces, con semejantes atributos, ¿por qué México no crece?

En términos económicos, la productividad se da básicamente con acumulación de capitales físico y humano, desarrollo tecnológico, mercados más competitivos, mejores instituciones, derechos de propiedad y una menor desigualdad. Todo eso aumenta las expectativas de crecimiento. Sin embargo, en México la productividad laboral se ha mantenido constante a lo largo de los años, lo cual sugiere un problema dentro de la economía. El país no crea empleos de alta productividad suficientes para absorber la demanda del mercado laboral, tampoco acumula capital humano debido a problemas educativos, ni invierte lo necesario en dos áreas fundamentales que tienen impacto en la productividad de cualquier país: infraestructura, investigación y desarrollo.

En noviembre pasado, el Congreso aprobó un aumento de 20% al presupuesto del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología para 2014, así como cambios en la legislación de patentes y en el sistema de retiro de la planta académica, con el fin de impulsar la investigación científica y el desarrollo tecnológico. La idea es que cuando concluya el sexenio federal, el país invierta cerca de 1% del producto interno bruto en este renglón.

México padece una lastimosa fuga de cerebros porque los científicos jóvenes no encuentran trabajo, debido a que numerosos investigadores no se jubilan ya que su salario prácticamente se reduciría en más de la mitad. El Legislativo trabaja en un sistema de retiro para investigadores, con la finalidad de renovar la plantilla científica, ¿pero reemplazar investigadores viejos con jóvenes hará que el país crezca en términos de innovación y desarrollo científico y tecnológico? Es difícil anticiparlo.

México también cuenta con otras peculiaridades. Por ejemplo, tiene sueldos muy bajos, lo que arroja un pobre desempeño; asimismo, registra poca inversión en infraestructura, lo que se refleja en falta de automatización para aumentar la productividad y en ausencia de espacios laborales para puestos altamente calificados, como los científicos y de desarrollo tecnológico.

Así que la resultante es una alta tasa de informalidad laboral. Los cambios en la estructura de trabajo y en la inversión pública en ciencia y desarrollo tecnológico deben considerar la inserción y el crecimiento de una planta científica y no necesariamente el reemplazo de la existente. Esperemos que esa perspectiva la tengan presente los legisladores para que México comience su crecimiento.

El faro

Geografía de accidentes viales

Yassir Zárate Méndez

La Organización Mundial de la Salud considera los accidentes viales como una pandemia. Miles de personas fallecen a causa de estos percances, que suelen dejar secuelas para los sobrevivientes, además de pérdidas millonarias.

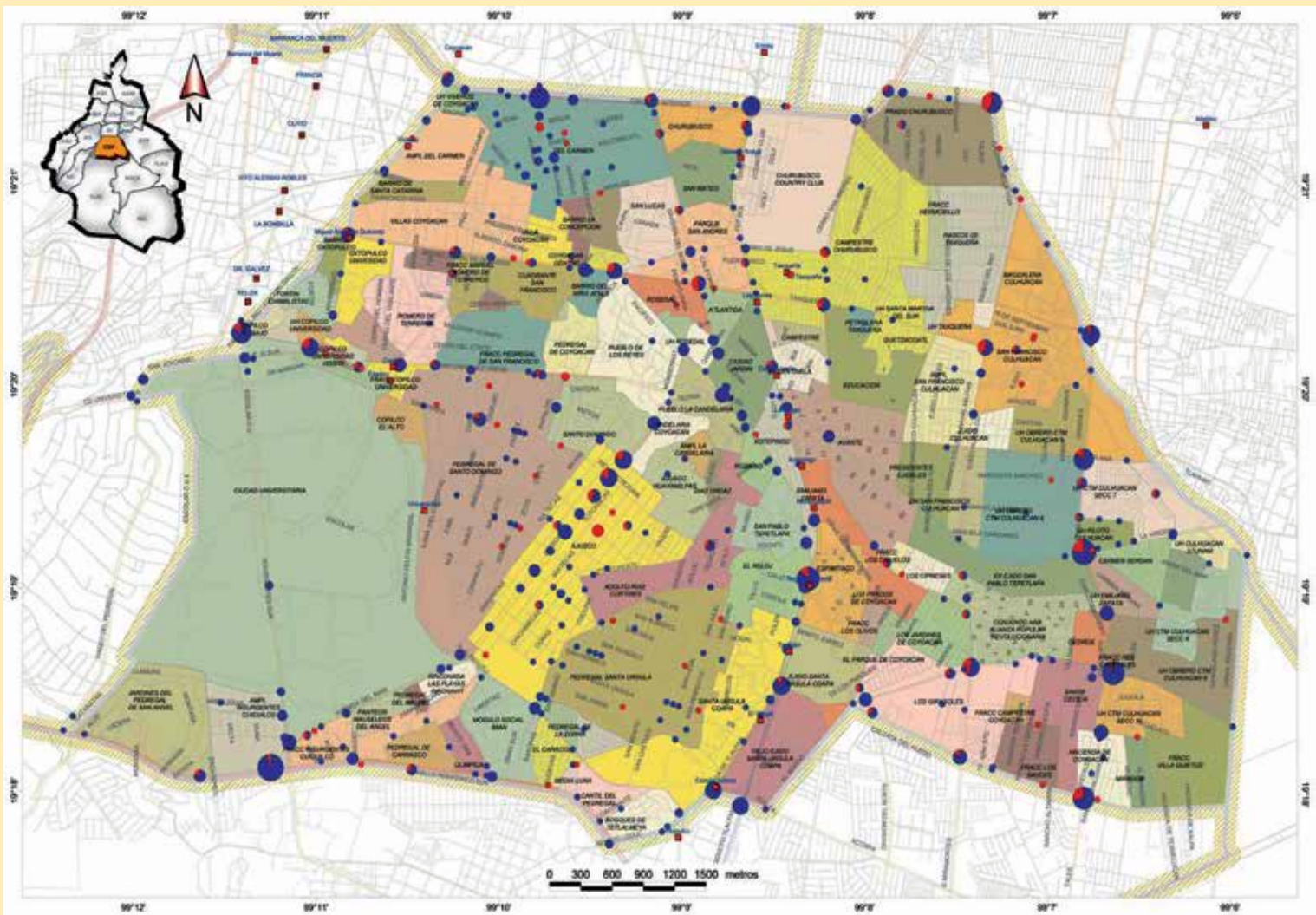
Cada año en todo el mundo, 1.2 millones de personas pierden la vida en accidentes viales. En México, la cifra se sitúa en cerca de 16,000 personas. La cuestión es mucho más compleja que solo ponerse el cinturón de seguridad o no conducir bajo los efectos del alcohol.

Números de los accidentes viales

El doctor Luis Chías Becerril, del Instituto de Geografía de la UNAM (IGg), dedicado a la geografía del transporte lleva 20 años, trayectoria que le ha permitido generar una serie de herramientas que han pasado de los documentos

académicos, a la puesta en práctica por autoridades del Distrito Federal y de Guadalajara, Jalisco, aunque también ha hecho estudios sobre las condiciones del tránsito en las ciudades de León, Monterrey y Ciudad Juárez.

En entrevista con *El faro*, el doctor Chías trae a colación que México se ubica en el séptimo lugar por la cantidad de accidentes ocurridos en autopistas. Esto ocasiona pérdidas materiales que se cifran en poco más de 160,000 millones de pesos, a lo que se suman los fallecimientos y las secuelas que dejan los accidentes en las personas heridas.



La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que los daños equivalen a 1% del Producto Interno Bruto (PIB), aunque la cantidad se dispara en los países en vías de desarrollo, donde puede alcanzar hasta 2% del PIB.

De hecho, la OMS reconoce que los diez países con mayores tasas de siniestralidad son casi todos del Tercer Mundo, encabezando la lista la India, seguida de China, Estados Unidos, Rusia, Brasil, Irán, México, Indonesia, Sudáfrica y Egipto, que acumulan 62% de las muertes por accidentes de tránsito.

La situación ha llegado a tal extremo, que en 2004 la OMS declaró pandemia a los accidentes de tránsito. Se trata de una enfermedad entre comillas, por la cantidad de muertes y heridos que provoca. Declara que “en el mundo es una epidemia que ocurre tanto en países desarrollados como subdesarrollados”, de acuerdo con el investigador del IGg.

A nivel mundial, los accidentes viales están entre las siete primeras causas de muerte, aunque en México se ubican entre las cuatro primeras. De hecho, en el grupo poblacional de entre 17 y 30 años de edad, era la principal causa hasta antes de la pasada administración federal, cuando los fallecimientos ocasionados por delitos los desplazaron.

Deslinde teórico

Luis Chías cuenta con licenciatura, maestría y doctorado en geografía. Tiene 37 años trabajando en el IGg, 20 de los cuales los ha dedicado a la geografía del transporte. Su interés por los accidentes lo llevó a crear una línea de investigación en seguridad vial.

Precisa que entre 1992 y 2003 realizó “estudios académicos para entender los accidentes de tráfico”. Fruto de este esfuerzo fueron doce documentos, en los que enfatizaba el análisis de la inseguridad vial como un proceso desde la perspectiva espacial.

Chías destaca su participación en los Congresos Iberoamericanos sobre seguridad vial, donde sus planteamientos llamaron la atención de los especialistas en ingeniería, por el novedoso enfoque espacio-temporal.

De entrada, el investigador del IGg considera poco adecuado seguir empleando el término accidente para identificar estos hechos.

“Se trata de un problema no aleatorio sino probabilístico y multicausal. El concepto que se tenía hasta hace poco tiempo, y que nació en los años 50, ya no es vigente. Ya no aplica, porque los accidentes de tránsito no son accidentales. Ni siquiera son eventos aislados. Es un proceso multicausal en el que intervienen muchos factores de riesgo y una gran cantidad de actores. Todo esto nos lleva a pensar que el concepto de

accidente no es el adecuado. Los accidentes no son fortuitos”, reseña el experto, quien obtuvo el grado de doctor en la Universidad de Toulouse, Francia.

En todo caso, se trataría de eventos estocásticos, es decir, tienen una parte que es aleatoria y una gran parte que es determinística, sobre la cual podemos actuar y evitar que sigan ocurriendo estos siniestros.

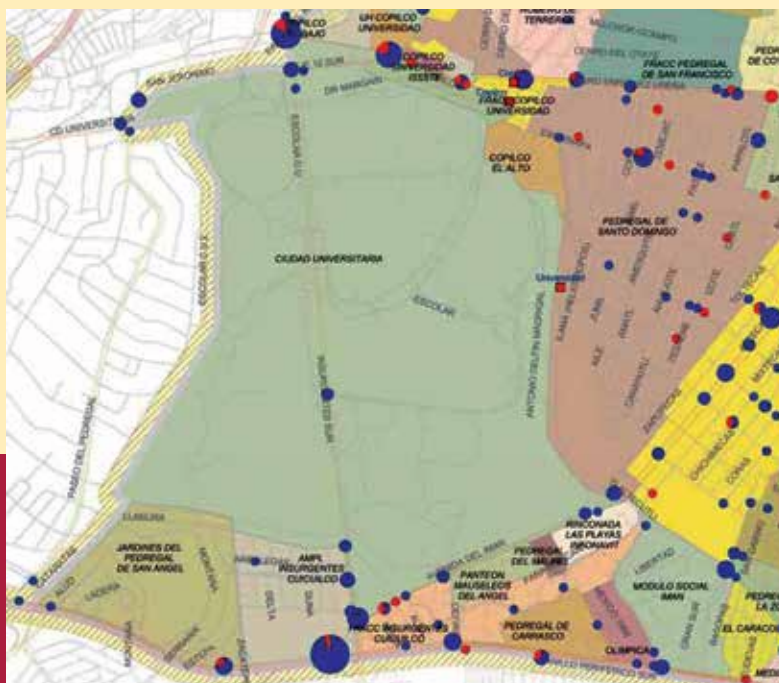
Suma de esfuerzos

El asunto no se reduce a un problema entre conductores o peatones. Para Chías Becerril, también se debe involucrar a la industria automotriz, a las empresas encargadas de construir caminos y carreteras, además de diferentes autoridades, como las dependencias de comunicaciones y transportes, vialidad y seguridad pública y de salud, entre las que se encontrarían los servicios paramédicos.

“Todos ellos deberían estar participando en la prevención de los accidentes de tránsito, porque cada uno tiene determinadas atribuciones y responsabilidades. En tanto no se conozca bien a todos los actores involucrados, mientras que no se les asignen sus responsabilidades y no se monitoree el resultado de estas acciones, vamos a avanzar demasiado poco y muy lentamente”, puntualiza el experto.

Un ejemplo de la falta de coordinación entre estos elementos se tiene en el manejo de las cifras relacionadas con los accidentes viales. Y es que de acuerdo con Chías, habitualmente las víctimas mortales no se contabilizan en su totalidad.

“En las estadísticas solo se incluyen las muertes que ocurren en el lugar del accidente. Quienes fallecen en el traslado, en el hospital o días o semanas después, ya no se les considera como una muerte por accidente vial. Por lo tanto, la mortalidad y la morbilidad que genera la inseguridad vial es más alta y requiere de un seguimiento puntual”, advierte el doctor Chías, quien añade que en México la cifra podría ubicarse hasta en 22,000 fallecimientos al año.



Página anterior: Frecuencia de colisiones y atropellamientos por intersección en la delegación Coyoacán, Distrito Federal. En color azul, las colisiones y en rojo los atropellamientos. Fuente: *Diagnóstico espacial de los accidentes de tránsito en el Distrito Federal, 2007*. Derecha: Detalle del mapa que muestra Ciudad Universitaria y sus alrededores, donde se destaca en color azul la alta incidencia de accidentes ocurridos en Periférico e Insurgentes Sur.



Hasta hace pocos años, en el grupo poblacional de entre 17 y 30 años de edad los accidentes de tránsito eran la principal causa de muerte.

De la academia a la práctica

La OMS ha instaurado la década de la seguridad vial, que abarcará de 2011 a 2020, una iniciativa a escala global con la que el organismo busca reducir las cifras de mortalidad y siniestralidad relacionadas con los accidentes viales.

Para lograr este fin, parte del camino pasa por la implementación de políticas públicas, basadas en información fidedigna, generada por estudios científicos, como los efectuados por el grupo encabezado por el doctor Chías Becerril.

“Nosotros tenemos una importante cantidad de datos, información y conocimiento que pueden servir para conocer las causas y disminuir la frecuencia de los accidentes”, subraya el investigador del IGg. Resalta que hay mucha información útil que podría emplearse para remediar esta situación.

Sin embargo, se lamenta que no se hace “porque no hay una política pública que tenga bien identificados cuáles son los actores que se están involucrando, las responsabilidades que debería tener cada uno de estos actores y vigilar que cumplan sus obligaciones”, al tiempo que anticipa que cuando todos los involucrados estén conscientes de su participación, “entonces vamos a tener mejores posibilidades de prevenir y disminuir los altos costos que significan los mal llamados accidentes de tránsito”.

Una sólida contribución para encontrar soluciones a esta problemática la ha ofrecido el doctor Chías, a través de una serie de productos enfocados en la geografía.

El primer documento es el *Atlas de la seguridad vial en México*, publicado en 2004, y que recoge información generada por fuentes oficiales relacionadas con la atención de accidentes de esta naturaleza. El segundo texto fue el *Diagnóstico espacial de los accidentes de tránsito en el Distrito Federal*, dado a conocer en 2008 y que es una completa radiografía de los choques, atropellamientos, derrapes y caídas de pasajeros ocurridos en la capital del país en 2007.

Recopilación de datos

El *Atlas* tuvo dos objetivos: “representar cartográficamente la situación que guardan los accidentes de tránsito a escala nacional, e identificar los sitios (municipios y tramos carreteros) en los que la frecuencia de los accidentes de tránsito es significativa”.

El trabajo recoge información “de accidentes de tránsito que ocurren en las principales carreteras (estadísticas de accidentes, red federal carretera, dirección técnica de la SCT (1997-2002) y que son los que generalmente se reportan en las estadísticas internacionales”. Pero también incluyeron accidentes ocurridos en zonas urbanas y suburbanas del país, información generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Para el segundo objetivo, el documento “partió de la siguiente premisa de distribución espacial, los accidentes se distribuyen probabilísticamente conforme a los principios de Pareto. Esto significa que el 80% o más de los accidentes de tránsito de las zonas urbanas


y suburbanas se van a concentrar en el 20% o menos de los municipios analizados y, en el caso de los accidentes de carretera también aplica esta proporción, en menos del 20% en la red carretera federal se concentra el 80% o más de los accidentes”.

En tanto que el *Diagnóstico* retoma información aportada por diferentes autoridades y cuyo principal hallazgo es que la red vial del Distrito Federal cuenta con cerca de 170,000 intersecciones. “Ese era un dato que cuando se presentó el trabajo no se conocía, pero los accidentes solo se concentran en el 4.4% de ellas”. Un vistazo a la multitud de mapas que componen el estudio permite identificar cuáles son los puntos más conflictivos.

Así, se supo que “37% de los accidentes ocurren en los ejes viales, que representan 4% de toda la red. Saber con mucha precisión dónde ocurren con mayor frecuencia los accidentes de tránsito, es una de las principales aportaciones porque permite focalizar los escasos recursos para evitar una gran cantidad de siniestros viales”, refiere.

El doctor Chías enfatiza que saber dónde se presentan los principales problemas evitaría el despilfarro de recursos, que son más bien escasos. Y es que en lugar de vigilar toda la red carretera o cada una de las calles y avenidas de las ciudades, se podría concentrar la atención en algunos tramos o puntos.

Ambos estudios contaron con el respaldo del Centro Nacional para la Prevención de Accidentes, área que forma parte de la Secretaría de Salud federal, y que se encarga de diseñar algunas estrategias para evitar percances.

A manera de colofón, el experto del Instituto de Geografía menciona que ofrecieron a autoridades del estado de Jalisco un *Diagnóstico espacial de los accidentes de tránsito de la zona metropolitana de Guadalajara*, que a la postre le mereció al equipo de trabajo un reconocimiento por parte de la Secretaría de Vialidad y Transporte de aquella entidad, lo que demuestra que la investigación del doctor Chías Becerril puede aportar soluciones a esta grave problemática. 

Flores
de yucca.

Seis décadas entregadas a la química



Espacio abierto

Sandra Vázquez Quiroz

A Alfonso Romo de Vivar Romo lo anima un deseo incesante por entender las estructuras moleculares de las plantas de México.

A principios de los años cincuenta, el ahora investigador emérito del Instituto de Química de la UNAM (IQ) comenzó a estudiar la planta *Helenium mexicanum*, conocida como chapuz, que al ser consumida por el ganado vacuno impregnaba un fuerte sabor amargo a la leche. Romo de Vivar logró aislar seis sustancias de esta planta, a las que nombró con las primeras letras del abecedario (A, B, C, D, E, F), aunque a la postre fueron renombradas como mexicaninas.

Esta labor inició en los laboratorios instalados en los pisos 11 y 12 de la antes Torre de Ciencias, y hoy continúa en las nuevas instalaciones del Instituto de Química, con equipo moderno y eficiente que facilita las investigaciones sobre la química de la flora mexicana.

En los años sesenta, el trabajo de Romo de Vivar y de su equipo se enfocó en el estudio de las lactonas sesquiterpénicas, del que se derivaron contribuciones significativas para el conocimiento de productos naturales. Posteriormente, Romo de Vivar logró la corrección de la estructura de la heleanina, cuyo arreglo se realizó también en el IQ.

Otras sustancias aisladas y caracterizadas más recientemente por Romo de Vivar son los alcaloides pirrolizidínicos de las plantas venenosas endémicas de México, agrupadas en la sección *mulgedii folii* del género *Senecio*. Actualmente estudia sesquiterpenos de plantas silvestres, a las que se les determinó su estructura y propiedades biológicas.

Su investigación ha sido citada en una gran variedad de libros de química, además de que hay varios títulos de su autoría, como *Química, Universo, Tierra y vida* y *Química de la flora mexicana. Investigaciones en el Instituto de Química, UNAM*. Las cerca de 2,000 citas nacionales e internacionales dan cuenta de sus investigaciones, además de generaciones de químicos que se deben a su tutela.

La constancia en su quehacer parecía arrojar en el químico experimental una nueva luz cada década. En los años setenta encontró que las semillas de varias especies del género *Yucca* poseen glucósidos esteroidales, y que

podían transformarse en sustancias con mayor valor agregado. Observó que la semilla podría aprovecharse de manera integral para obtener aceite comestible y algunos esteroides. El resultado de este trabajo demostró la forma de explotar racionalmente una especie vegetal, al tiempo que en 1979 obtuvo la patente 139297.

El pasado 27 de enero, el Instituto de Química rindió un homenaje a la trayectoria de quien a lo largo de sesenta años ha contribuido al conocimiento de parte de la flora mexicana.

Alfonso Romo de Vivar Romo es un científico en activo que puede ser visto cada mañana descendiendo de su auto, que él mismo maneja, para entrar al Laboratorio de Productos Naturales en el IQ, y hacer frente a nuevos retos.

Una de sus contribuciones más recientes la hizo apenas hace un año, junto con Kita Yuko y Annick Daneels, del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, a quienes ayudó a identificar componentes orgánicos en el material de las pirámides de tierra cruda del sitio arqueológico de La Joya, en San Martín Garabato, Veracruz.



Con su primer trabajo de investigación logró quitarle el sabor amargo a la leche, adquirido por esta cuando las vacas se alimentaban con la planta *Helenium mexicanum*, conocida como chapuz.

Ciencia y moda en el periodo ilustrado

Luz Fernanda Azuela Bernal
Instituto de Geografía, UNAM

Durante la Ilustración, la ciencia se puso de moda. Eran habituales las explicaciones públicas de fenómenos naturales, que capturaban la atención del público. También se trató de organizar y clasificar el conocimiento generado, como lo demostró la confección de la *Enciclopedia*.

Aunque la ciencia forma parte de la cultura en la actualidad, no podría decirse que el público esté al tanto de sus últimas novedades, ni que estas se difundan como entretenimiento de gran popularidad. Sin embargo, hubo un tiempo en que las élites de las grandes capitales del mundo abrazaron el conocimiento científico como parte de su vida social, mediante la práctica de algunas disciplinas y la participación en numerosos espectáculos científicos. Esto ocurrió durante el periodo ilustrado en Europa y tuvo efectos y repercusiones en algunos países del continente americano.

La moda de la ciencia

La ciencia del siglo XVIII incluía innovaciones atractivas en disciplinas como la química de los gases, los espectaculares efectos de la electricidad y el gran proyecto taxonómico linneano. Todas ellas se insertaron en las actividades sociales de espacios tan dispares como la corte, la plaza pública y el ámbito doméstico, en términos de lo que se caracterizó en aquellos años como

"entretenimiento racional". En él destacaban los paseos campestres para coleccionar especímenes naturales y formar colecciones; la visita a los museos y jardines botánicos, igual que al anfiteatro para presenciar las disecciones de los más afamados cirujanos; la asistencia a disertaciones y actos públicos de las diferentes academias y escuelas superiores, así como la lectura personal y colectiva de periódicos, revistas y libros de contenidos edificantes.

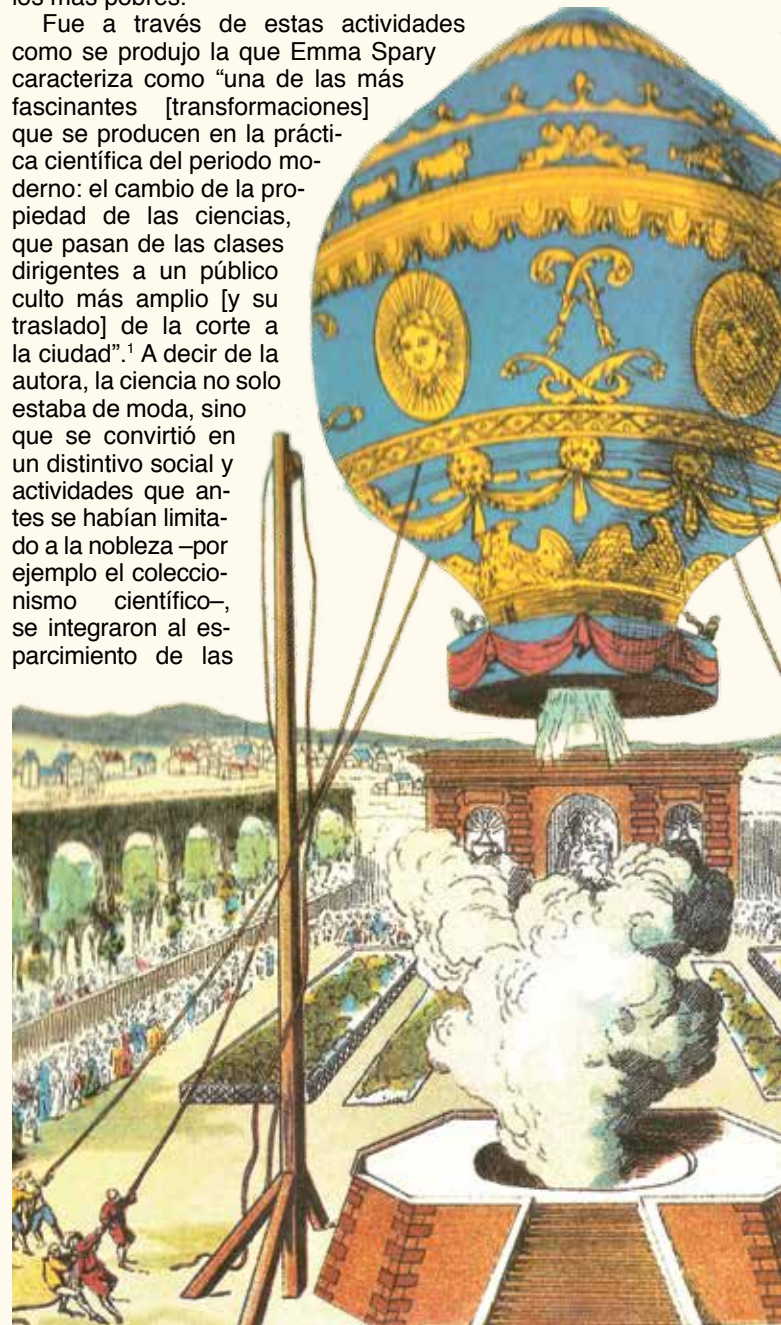
A través de todo este espectro de actividades la sociedad presenciaba el éxodo de la ciencia de los espacios cerrados de las cortes para acceder a los espacios de sociabilidad de las nuevas clases emergentes.

Aunque también los grupos sociales menos favorecidos tuvieron ocasión de presenciar el despliegue de actividades y espectáculos de connotación científica —como los globos aerostáticos— que no hicieron excepción de los más pobres.

Fue a través de estas actividades como se produjo la que Emma Spary caracteriza como "una de las más fascinantes [transformaciones] que se producen en la práctica científica del periodo moderno: el cambio de la propiedad de las ciencias, que pasan de las clases dirigentes a un público culto más amplio [y su traslado] de la corte a la ciudad".¹ A decir de la autora, la ciencia no solo estaba de moda, sino que se convirtió en un distintivo social y actividades que antes se habían limitado a la nobleza —por ejemplo el coleccionismo científico—, se integraron al esparcimiento de las



Uno de los más destacados investigadores del periodo ilustrado fue el francés Georges Louis Leclerc, conde de Buffon, quien desplegó una intensa actividad en botánica, matemáticas, biología y cosmología. Su obra cumbre fue la *Histoire naturelle*.



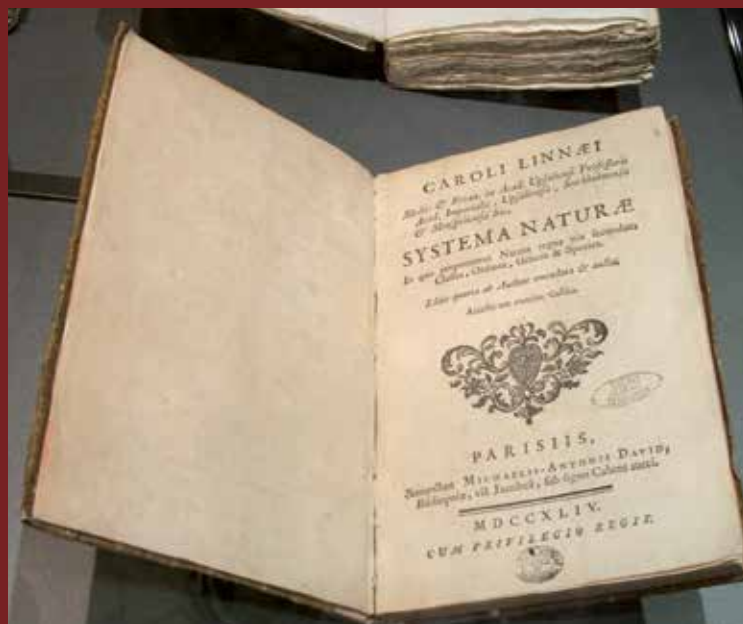
clases emergentes. Simultáneamente, los objetos científicos encontraron un mercado insólito en este mismo público, que ahora se reunía en los cafés y las tertulias para presenciar –o efectuar– experimentos científicos y participar activamente en el registro de datos meteorológicos y la observación de fenómenos astronómicos.

Ciencia para todos

El conocimiento recibió un inesperado beneficio de su popularidad, pues sus practicantes, que el pasado reciente habían sobrevivido dentro de los estrechos límites del mecenazgo y la cultura cortesana, ahora podían mantenerse gracias a un amplio mercado de objetos científicos, libros y diversiones. Entre las últimas destacaban gran número de demostraciones eléctricas y químicas, que hicieron las delicias de las élites, cuyos exquisitos miembros jamás dudaron en participar personalmente en los más estrafalarios experimentos. También las publicaciones sirvieron para independizar a los hombres de ciencia de las cortes, como dan fe las crecientes colecciones de libros naturalistas de gran formato que divulgaron las rarezas reveladas por las expediciones científicas, o la elegante retórica de un Georges Louis Leclerc, conde de Buffon, que hizo de su *Histoire naturelle* un best-seller sin precedentes. Sin mencionar la creciente industria editorial que sustentó la aparición de la prensa y se manifestó en numerosos periódicos, folletos y hojas sueltas, que divulgaron temas científicos.

En pocas palabras, y desde la perspectiva de la sociabilidad dieciochesca, la ciencia se había encumbrado entre las actividades sociales elegantes, igual que como un “entretenimiento racional” apropiado para las clases medias. De manera que su mera práctica adquirió “un sello de distinción cultural y la aprobación social como una actividad que combinaba el entretenimiento con el perfeccionamiento moral”.² Así, las famosas tertulias dieciochescas se distinguieron por la integración de los hombres de ciencia, que hacían las delicias de los concurrentes con atractivos experimentos en los que operaban máquinas e instrumentos de laboratorio. Durante estas representaciones los científicos transmitían al público los resultados de sus investigaciones en un afán por instruirlo, al tiempo que legitimaban

su quehacer y diseminaban los valores y representaciones de la ciencia en el entorno cultural.



Al naturalista sueco Carl von Linné se debe la nomenclatura binómica, con la que proponía clasificar y ordenar a animales y plantas, empleando términos en latín para identificar el género y la especie. En su libro *Systema naturae*, publicado en 1735, presentó esta nueva propuesta taxonómica.

Otros espacios de sociabilidad que contribuyeron a la popularidad de la ciencia fueron los museos y los jardines botánicos, que si no sustituyeron el coleccionismo privado, ciertamente representaron una novedosa forma de incluir al público en los ámbitos científicos. Además, hubo clubes y asociaciones en donde, asiduamente, se dictaban conferencias y se presentaban experimentos, colecciones y otras actividades de contenido científico. Y es que en la ciudad, las ciencias no eran sino uno más de los muchos entretenimientos posibles y accesibles.

La omnipresencia de contenidos y valores científicos en la cultura dieciochesca que hemos referido, explica su persistente referencia en las propuestas políticas y los discursos filosóficos de la época. Todo ello apuntaló la creciente autoridad epistémica de la ciencia frente a otras formas discursivas, que condujo al estatuto cultural que mantiene hasta nuestros días. ■

1 Emma Spary, “Ciencia y moda en la ciudad europea”, en Antonio Lafuente y Javier Moscoso (editores), *Madrid, Ciencia y corte*, Dirección General de Investigación de la Comunidad de Madrid, Madrid, p. 211.

2 Ann B. Shteir, “Gender and ‘Modern’ Botany in Victorian England”, *Women, Gender and Science*, Sally Gregory Kohlsted y Helen Longino (editores), Editorial Office Department of Science and Technology Studies, Ithaca, New York.

El primer globo aerostático, de los hermanos Montgolfier, tomando vuelo en el Bois de Boulogne, París, el 21 de noviembre de 1783.



La cueva más grande del mundo y los sistemas anquihalinos de Yucatán

Reporte especial

José Antonio Alonso García

Bajo la selvática superficie de la costa oriental de la península se están descubriendo tesoros que pueden abrir una nueva página en la historia de la ciencia.

Desde el año 2000, el doctor Fernando Álvarez Noguera ha acudido puntualmente a sus citas de investigación en la parte más oriental de la península de Yucatán, en la Riviera maya. En poco tiempo esta zona, ya muy visitada por el turismo internacional, se hará famosa en el medio científico por albergar “la cueva (sistema cavernario) más grande del mundo”, gracias a sus más de 400 kilómetros de galerías; además, puede también pasar a la historia de la ciencia por albergar el fenómeno alterno a la fotosíntesis, el de la quimiosíntesis, proceso metabólico que solo realizan algunas bacterias que obtienen energía a partir de la oxidación de sustancias inorgánicas, y con ella transforman compuestos inorgánicos en orgánicos para su alimentación.

En el pasado en esta zona se hicieron exploraciones científicas esporádicas y muy desordenadas, refiere este investigador del Instituto de Biología, cuyas principales líneas de investigación son biología de crustáceos e interacciones parásito-hospedero en sistemas marinos.

Álvarez Noguera explica que se elegía un cenote, los buzos se metían a la cueva inmediata, tomaban diferentes muestras, se analizaban en el laboratorio y ahí, poco más o menos, acababa el interés. Aún no se sabía que todas las cuevas forman parte de un inmenso sistema de galerías subterráneas que presenta diferentes ramales y nombres.

Ox Bel Ha

Este ramal, donde Álvarez concentra su labor científica, pasa por debajo de Tulum pueblo y es un conglomerado de oquedades subterráneas muy superficial, entre 15 y 20 metros de profundidad. Estas son cavernas que se han generado en el último millón de años, por los cambios en el nivel del mar, afirma el investigador.

El trabajo de espeleobuceo y mapeo de todo este gran sistema subterráneo lo realizan, básicamente, científicos de universidades y organizaciones de Estados Unidos desde la década de los ochenta. “Son lugares muy difíciles de explorar, y aún más cargando y manipulando equipo de investigación científica de alta tecnología. Para nuestro proyecto bucean cuatro colegas de la Universidad de Texas A&M en Galveston, una investigadora canadiense de la Universidad Northwestern, cerca de Chicago, un alumno mío mexicano y un canadiense, Tom Iliffe, que es el jefe del equipo”.



Ox Bel Ha pasa por debajo de Tulum pueblo y es un conglomerado de oquedades muy superficial, entre 15 y 20 metros de profundidad. Son cavernas que se han generado en el último millón de años por los cambios en el nivel del mar.

El ramal del sistema Ox Bel Ha que están estudiando mide 12 kilómetros en línea recta, pero es muy irregular y presenta muchas accesorias. El equipo de espeleobuzos que colabora en este proyecto, titulado Procesos que generan y mantienen la biodiversidad en un ambiente extremo. Los sistemas anquihalinos en Yucatán, accede al sistema de cavernas a través de cuatro cenotes, toma muestras de una serie de parámetros del agua y de la fauna de cada lugar y va recabando datos para después mapear los recintos subterráneos.

En busca de eslabones

Pero el doctor Álvarez no es geógrafo o geólogo sino biólogo, de modo que su interés no es el sistema cavernario sino los organismos que lo habitan. “Uno de nuestros objetivos es ver cuál es el grado de conectividad entre todos los organismos que viven dentro de este ramal de 12 kilómetros en Ox Bel Ha”.

Aunque tienen salida al mar, las cuevas inundadas están aisladas entre sí. Son tan grandes que dentro de una puede haber varias masas de agua diferentes, es decir, que dentro de una misma cueva hay zonas que

no están conectadas. "Para los organismos esto es vital, porque al quedar aislados empieza a haber diversificación. Este proceso podría explicar por qué se han generado aquí tantas especies".

Hasta ahora, en esta zona de la Riviera maya se han descubierto cerca de cincuenta especies endémicas. Una de las más notorias es la de los remipedios, de la que el *Speleonectes tulumensis* es un buen modelo.

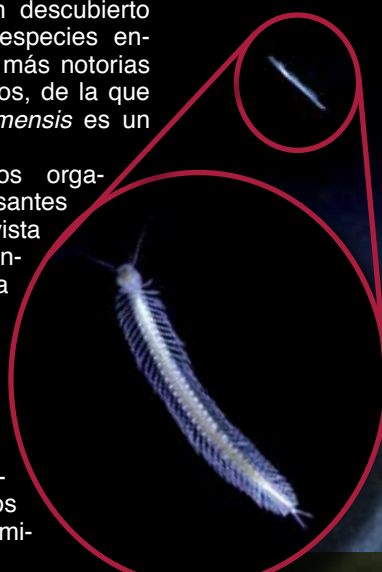
"Pero hay muchos organismos muy interesantes desde el punto de vista científico", afirma el investigador. Por alguna razón aún no explicada, este sistema cavernario yucateco ha servido de refugio a formas relictas, fósiles vivientes, donde han sobrevivido protegidas contra cambios catastróficos durante millones de años.

Sistemas anquihalinos

El agua de estas cuevas forma parte de los sistemas anquihalinos de la península de Yucatán, los cuales se caracterizan por estar compuestos simultáneamente por masas de agua salada y dulce que inundan los espacios subterráneos. La salada penetra desde el mar y la dulce proviene de la lluvia que se filtra en el subsuelo. Cuando hay marejadas, el agua marina empuja a la dulce hacia adentro de las cuevas y los cambios pueden ser muy pronunciados en pocas horas, de modo que los organismos se ven obligados a responder de inmediato ante el peligro que amenaza su sobrevivencia.

En los lugares cercanos al mar, el agua salada surge a los 8 metros de profundidad, pero en los lejanos predomina el agua dulce. Por ejemplo, cuando en Mérida, que está a unos 50 kilómetros de la costa, se excava más allá de los 30 metros empieza a brotar agua salada.

"La península de Yucatán es única en el mundo por las dimensiones de sus sistemas anquihalinos. También hay en algunas islas del Caribe, pero son muy pequeños. Cuevas de cientos de kilómetros solo hay en Yucatán. Los conduc-



Tom Iliffe, buzo canadiense, observa un remipedio, especie relictas. "Son una ventana a la evolución. Como si en el mundo de los reptiles halláramos un dinosaurio vivo". El remipedio es el eslabón vivo entre los gusanos y los artrópodos. En el círculo: *Speleonectes tulumensis*, remipedio. Sobre estas líneas: *Calliasmata nohochi*, camarón. Izquierda: *Tuluweckelia cernua*, antípodo.

tos son tan amplios que se puede bucear. En otras zonas de la península pueden existir pero son muy pequeños, no al grado de que se creen grandes cámaras donde se puede bucear", explica Álvarez Noguera, doctorado en zoología en la Universidad de Maryland.

¿Cómo se formaron? En cada glaciación el nivel del mar podía bajar hasta 120 metros respecto a su nivel actual, con lo cual la costa se retiraba muchísimo y quedaba expuesta una gran parte de la placa. Con las lluvias, el agua dulce se filtraba y disolvía la roca caliza, formando cuevas en esta zona libre del agua marina. Siglos después, el nivel del mar volvía a subir y las inundaba. Luego volvía a bajar y a subir. Y así ha ocurrido durante el último millón de años. Son cuevas adornadas con estalactitas, estalagmitas y columnas, elementos que solo pueden formarse en cuevas secas, en un ambiente aéreo en que las gotas de las filtracio-

nes van arrastrando y depositando minerales para formar estalactitas.

Fósiles vivientes

Estos sistemas y sus interacciones han servido para formular nuevas teorías sobre la forma en que se ha ido moldeando su fauna cavernícola. Algunas especies de Yucatán también están presentes en Hawai y en la isla Ascensión (a medio Océano Atlántico, entre Brasil y África), por lo que el doctor Álvarez se pregunta: "¿Por qué *Procaris mexicana* (un camarón muy primitivo) está en Yucatán, por qué hay otro *Procaris* en la isla Ascensión y otro más en Hawai?, ¿cómo están comunicados estos lugares, qué tienen en común, cómo llegaron ahí esos organismos?". Una posible explicación es que en el principio todo estaba junto y después todo se separó, el primitivo continente llamado Pangea.

El gran valor de los organismos anquihalinos es que en muchos casos representan especies muy pri-



Equipo de espeleobuzos preparando una inmersión en un cenote del sistema Ox Bel Ha. Parte del trabajo científico lo realiza el hidrolab (izq.), sensor con el que van midiendo la calidad del agua y otros parámetros de la cueva.

mitivas dentro de sus grupos. “Es como abrir una ventana a la evolución, a través de la que se pueden ver todos los organismos actuales, pero de pronto aparece uno que es como el ancestro de muchos de ellos, pero está vivo. Es como si en el mundo de los reptiles halláramos un dinosaurio vivo; así es encontrar un remipedio. Hay huesos de dinosaurios por todos lados, sin embargo los remipedios están vivos. Y tienen ADN y una serie de claves que pueden dar mucha información”, explica el biólogo, especialista en crustáceos.

De la fotosíntesis a la quimiosíntesis


Uno de los principales enigmas que intriga al doctor Álvarez es qué comen estos organismos y de dónde les llega el alimento. Aduce que puede haber transporte de nutrientes desde el mar y que otros entren por los cenotes y alcancen la cueva verdadera. La duda persiste en aquellas zonas que permanecen muy aisladas, donde parece que no llegarían esos nutrientes externos. A pesar de ese aislamiento casi total, en las paredes de las cuevas se ha detectado una película bacteriana muy importante, que podría ser el origen de las cadenas alimentarias de estos sistemas anquihalinos.

Todas las tramas tróficas en este planeta están basadas en la fotosíntesis. La materia orgánica empieza con la fotosíntesis. No obstante, en la década de los años ochenta se descubrieron las ventilas hidrotermales en el mar profundo, lugares donde el suelo del mar se abre, penetra el agua marina y el magma, que está muy superficial, la caliente y la eyecta cargada de compuestos, sobre todo de azufre, a grandes temperaturas, unos 300 grados centígrados.

Nadie se explicaba en un principio de qué vivían los organismos en esas ventilas. Sin embargo, después de

amplios análisis e investigaciones, se identificó el novedoso proceso de la quimiosíntesis como una segunda vía de generar material orgánico por parte de los organismos vivos. Las bacterias presentes en las ventilas hidrotermales submarinas se alimentan de azufre o compuestos que contienen azufre. Y de esas bacterias ya se nutre después una gran variedad de organismos.

Actualmente, en el mundo varios grupos de científicos están interesados en saber si en los sistemas anquihalinos pudiera darse la quimiosíntesis, porque hay muchos organismos pero no fuentes de alimento. “¿Qué están comiendo esas bacterias si no hay materia orgánica allá abajo?”, se pregunta este biólogo. ¿Cómo se explica tanta vida allá abajo sin una fuente clara de alimento? Muchos de esos organismos tienen adaptaciones en los apéndices que les facilitan la alimentación, que son como cepillitos para raspar bacterias adosadas a la roca.

Si se logra describir la vía metabólica de que estos organismos se comen a las bacterias, que a su vez comen roca o algún compuesto inorgánico que se genera en estos ambientes, entonces hay quimiosíntesis, lo cual sería un descubrimiento fantástico hecho en los sistemas anquihalinos yucatecos, concluye este científico. Sería fascinante que en la Riviera maya, a 20 metros de profundidad, hubiera quimiosíntesis. No se necesitaría ir a ningún lugar remoto sobre el fondo oceánico para encontrar una nueva manera de generar materia orgánica. La península de Yucatán ocuparía durante un buen tiempo los primeros lugares de interés de muchos científicos de todo el mundo. 



Los tres sistemas cavernarios: Ox Bel Ha, Sac Actun y Nohoch Nah Chich, están a punto de interconectarse, con lo que se convertirían en la cueva más grande del mundo, con una longitud superior a los 400 kilómetros.

José Franco. Mirando las estrellas



Alicia Ortiz Rivera

Perfiles

Empezó como una fiesta. A José Franco y sus compañeros latinoamericanos del posgrado en la Universidad de Wisconsin-Madison se les ocurrió compartir algo de su cultura a los estudiantes estadounidenses y de otras nacionalidades. Se organizaron: quienes sabían cantar o tocar música llevaron sus instrumentos, otros declamaron poesía, unos más prepararon platillos típicos de sus regiones. Finalizaban los años sesenta. Hubo baile y gran ambiente. Al año siguiente y varios más se repitió el evento a petición popular. Lo llamaron “La Peña Latina de Madison”. Ahí se formó un grupo musical, una rica mezcla de culturas, sabores, deseos, tradiciones, al que se llamó Sotavento. Incluso llegaron a grabar un disco. “Fue un éxito. ¡La pasé bomba!”, asegura el doctor José Franco.



Sin tener antecedentes de investigadores en su familia, de niño se interesó en las ciencias a través de caricaturas. Contó con el apoyo de sus padres para sus estudios, pese a los recursos escasos, e incursionó así en un mundo totalmente novedoso. “Lo que hice fue básicamente romper con los esquemas con los cuales había vivido. No tenía una persona, un elemento de comparación; yo construí estos personajes y elementos de comparación a lo largo de mi vida, con mis profesores, con las personas que iba conociendo”.

Más allá de la anécdota, José Franco, doctor en física, Premio UNAM de Investigación Científica 2002, entre otros reconocimientos nacionales e internacionales, ubica estos episodios de su vida como momentos clave en que descubrió su pasión: la astrofísica. Trabajar descubriendo los secretos del universo le resultó espectacular, lo vivió con gran entusiasmo y, de paso, aprendió a organizar eventos masivos, divulgar conocimiento, ¡y pasarla bien!

La experiencia resultó especialmente valiosa cuando, años después, promovió la primera Noche de las Estrellas, replicada en varios lugares del país, con la participación de más de medio millón de personas que han acudido a mirar el cielo con ayuda de los telescopios, que para tal efecto se han colocado en zonas arqueológicas o en plazas públicas, como el Zócalo de la ciudad de México.

“Esas peñas latinas fueron mi inicio, perder el miedo a hacer cosas masivas”, asegura. La primera vez que fueron al Zócalo muchos de sus conocidos “tenían pavor. ‘¡No, Pepe, nos van a robar los telescopios, no esto, no lo otro!’”, me decían”, recuerda a la distancia el divulgador de la ciencia.

Lo que sucedió fue que la gente se volcó entusiasta a observar un poco del Universo. Otro tanto ocurrió con el Reto México, que dio un Récord Guinness para el país, por la mayor cantidad de personas a la vez observando

la Luna con telescopio. Se logró promoviendo la colaboración de autoridades locales, federales, instituciones académicas y grupos de la sociedad civil.

José Franco se inició en el estudio del medio interestelar desde su tesis de licenciatura. En Madison se incorporó a un grupo que llevaba algunas décadas desarrollando numerosas teorías. Terminó el doctorado con un buen número de artículos publicados. Volvió a México y se incorporó como investigador titular en 1983 al Instituto de Astronomía de la UNAM, al que dirigió durante ocho años. Desde entonces ha investigado fenómenos como la formación estelar autorregulada; la evolución de regiones fotoionizadas; la formación y destrucción de nubes moleculares; la evolución de remanentes de supernovas, de vientos estelares magnetizados y de nebulosas planetarias; la colisión de nubes de alta velocidad con el disco gaseoso; la actividad de núcleos activos de galaxias; la influencia de la presión de radiación en flujos con polvo interestelar y la magnetohidrodinámica del medio interestelar.

Ha sido invitado a exponer sobre su labor en instituciones de España, República Checa, Italia, Francia (cuyo gobierno le ha hecho varios y notables reconocimientos), Brasil, Argentina y Corea, entre otros países. Su trabajo es multicitado, ya que ha publicado numerosos artículos arbitrados, además de 16 libros, y pertenece a las más reconocidas sociedades científicas de su especialidad.

Actual director general de Divulgación de la Ciencia de la UNAM, sobresale su participación en los más diversos foros, desde los altamente especializados, hasta programas populares de radio y televisión: “Creo que la gente tiene hambre de conocimiento, y todos los vehículos son buenos para transmitir un poquito de esto”, concluye. □

Una joven vocación científica

En corto

A inicios de la década de los noventa, Édgar Vargas Frías era un niño de nueve años, curioso y con ganas de entender los fenómenos de la naturaleza. Sin embargo, tenía pocas opciones para satisfacer su interés. Y es que a pesar de ir a la escuela, en su casa faltaban libros y quien le despejara satisfactoriamente las dudas que lo asaltaban.

A pesar de esta situación, siguió la ruta de la ciencia, y ahora trabaja en el Laboratorio de Química de Plasmas y Estudios Planetarios, en el Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM. ¿Qué le ayudó a seguir este camino?

Buena parte de la respuesta está en “El mundo de Beakman”, un programa transmitido por Canal Once, y que era protagonizado por un singular investigador de bata verde y cabello alborotado, que todas las tardes explicaba diferentes hechos naturales.

El programa “El mundo de Beakman” fue de mis primeros acercamientos con la ciencia” señaló Édgar en entrevista para **El faro**, hecha el día en que el


actor Paul Zaloom, quien daba vida al extrovertido científico, así como a personajes como el profesor I. M. Boring y Art, el cocinero, estuvo en la explanada de Universum, como parte de las actividades para conmemorar el 75 aniversario del Instituto de Física de la UNAM y el 70 Encuentro de Ciencia, Artes y Humanidades.

En aquella oportunidad, *Beakman* realizó algunos de los experimentos que Edgar y muchos de los seguidores del programa vieron por televisión. De forma por demás divertida, explicó qué es el centro de gravedad, mientras que con una cubeta de agua caliente y jabón mostró cómo actúa la presión del aire; también, ayudado por un látigo, aclaró cómo se produce y viaja el sonido. Al grito de “No es magia... es ciencia”, Zaloom instó al público a participar con él.

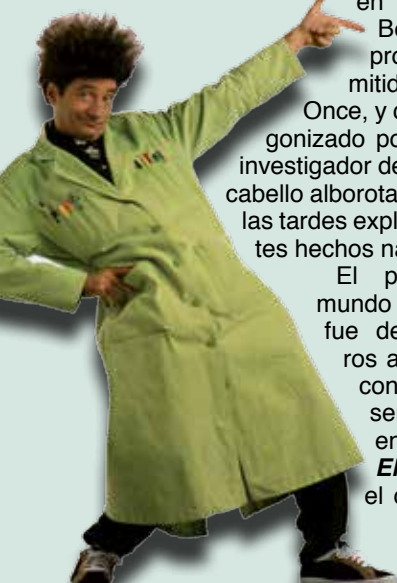
Vargas Frías es químico de profesión y está cursando el doctorado en química. Su tesis de maestría, “Efecto de la presencia de percloratos en la determinación de material orgánico en suelos análogos a Marte”, fue premiada por el CINVESTAV en 2013.¹ Su tutor, Rafael Navarro-González, es uno de los científicos más destacados en México, y líder del único grupo de América Latina que colabora con la NASA en la misión Curiosity, que se realiza en Marte.

Sandra Vázquez Quiroz

Su trabajo en el Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM consiste en analizar las muestras que Navarro y su equipo colectan en sitios con suelos similares a los del Planeta Rojo, como el desierto de Atacama, en Chile, y el Valle de la Muerte, en California. Con sus análisis contribuye al entendimiento del origen, evolución, distribución y futuro de la vida en el Universo.

Édgar Vargas está convencido de que la divulgación de la ciencia es un instrumento que ayuda a sensibilizar a la gente. Destaca que su objetivo es convertirse en investigador, sin descuidar la difusión del conocimiento que genere. Él es un buen ejemplo del impacto benéfico que dejan programas como “El mundo de Beakman”, que se transmitió en Estados Unidos, México y algunos países de América Latina, y en el que la teoría de la relatividad, el principio de Bernoulli, la densidad, las erupciones volcánicas, la fuerza de gravedad, entre una larga lista de temas de la ciencia, se presentaban de manera divertida y amena para los televidentes. 

1. Boletín de diciembre de 2013, área de noticias de la Unidad de Comunicación de la Ciencia, Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM.



A ver si puedes



Pedro y Luis vendieron todos los suéteres en el mercado. Coincidentemente, el precio de cada prenda es igual al número de suéteres. El dinero de la venta fue un montón de monedas de 10 pesos y algunas de un peso (menos de 10). Repartieron las de 10 pesos tomando alternadamente una cada uno. Luis se quejó porque le tocó una menos, entonces Pedro le dijo que tomara todas las de un peso. Para que al final quedaran parejos, Pedro le dio unos pesos que tenía en su monedero. ¿Cuánto le dio Pedro a Luis?

Dr. Alejandro Illanes Mejía
Instituto de Matemáticas, UNAM

RESPUESTA AL ANTERIOR

Les faltan 123.4 kilómetros, cuando el odómetro del viaje marque 246.8 kilómetros y el otro marque 1357.9 kilómetros.

¡Gánate un libro!

Envía la respuesta correcta a boletin@cic.unam.mx
No importa la fecha, si tu respuesta es correcta, ya ganaste. Además, síguenos en facebook.



Boletín El faro UNAM

IV Congreso Latinoamericano de Aracnología

20 al 25 de julio del 2014 , Morelia Michoacán



Programa

Conferencias Magistrales

Dr. Ingí Agnarsson

Department of Biology
University of Vermont
Burlington

Dr. Prashant P. Sharma

American Museum of Natural History
Division of Invertebrate Zoology, New York

Dr. William Eberhard

Escuela de Biología
Universidad de Costa Rica

Dr. Alfredo Peretti

Facultad de Ciencias Exactas
Físicas y Naturales
Córdoba, Argentina

Simposia

**Cursos
pre-congreso
Cursos
post-congreso**

Mayores informes:

Dr. Javier Ponce Saavedra, javierpon@gmail.com
Dr. Oscar F. Francke, offb@ib.unam.mx
M. en C. Griselda Montiel Parra, grismp@ib.unam.mx



*Centro Cultural Universitario
Colegio Primitivo y Nacional
de San Nicolás de Hidalgo*



Instituto
de Biología
UNAM



<http://congresoaracnologiamexico.org/>

El faro avisa

Taller de Ciencia para jóvenes

APRENDE CONOCE EXPERIMENTA DIVIÉRTETE

CONVOCATORIA DE INGRESO



El Centro de Geociencias de la UNAM invita a los estudiantes que estén terminando el SEGUNDO AÑO del bachillerato, TENGAN 16 ó 17 AÑOS, y estén interesados en estudiar una carrera científica, a participar en el proceso de selección. El Taller dura UNA SEMANA y consta de cursos, conferencias, talleres y actividades de laboratorio, así como de diversos recorridos y visitas. Para los aspirantes aceptados el Taller tiene un costo de recuperación de \$1,000.00 para materiales.

EL HOSPEDAJE, LA ALIMENTACIÓN Y LAS VISITAS DEL TALLER NO TIENEN NINGÚN COSTO DURANTE TODA LA SEMANA DE ACTIVIDADES.

29 DE JUNIO
AL
5 DE JULIO
2014
(FECHA DEL TALLER)

INSCRIPCIONES ABIERTAS:
Abril 1 a Mayo 2, 2014
Consulta las BASES en
www.geociencias.unam.mx

TALLER DE CIENCIA PARA JÓVENES 2014
Realizado con el apoyo del Programa UNAM-DGAPA-PAPIME,
Proyecto PE100912.

MAYOR INFORMACIÓN

Email: cienciajoven@geociencias.unam.mx

<http://www.geociencias.unam.mx/geociencias/verano/verano.html>



TELÉFONOS PARA INFORMES:

(442) 238-1104 Extensión 169, con Sra. Araceli Rivera.
(442) 238-1104 Extensión 177, con Sra. Lupita Hernández.

