



UNIVERSITARIOS POTOSINOS

REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

Protagonista
de la agronomía

**MIGUEL ÁNGEL
TISCAREÑO
IRACHETA**

**EL RIESGO
AMBIENTAL:
SU REGULACIÓN,
EVALUACIÓN Y
COMUNICACIÓN**

**LA INVESTIGACIÓN
DEL DOLOR CLÍNICO
EN LA UASLP**

El pez ciego

y su adaptación a las
geoformas de la Huasteca





UASLP
Universidad Autónoma
de San Luis Potosí



COORDINACIÓN
ACADÉMICA
REGIÓN ALTIPLANO

La Universidad Autónoma de San Luis Potosí
a través de la Licenciatura en Enfermería
de la Coordinación Académica Región Altiplano

CONVOCA

A profesionales, estudiantes y público en general a participar en el:

III Congreso Nacional de Investigación en Salud, Enfermería y Tecnología

"Perspectivas y tendencias del cuidado crítico"



Temas:

Ciencias Básicas-Clinica-Docencia-Gestión-Administración
29 al 31 de octubre del 2018. Matehuala, SLP.



Costo: \$750.00

Fecha límite de recepción de trabajos:

20 de septiembre del 2018

Informes: +52(488) 125 01 51, extensión: 4324

Correo electrónico: coordinación.enfermeria@cra.uaslp.mx



RECTOR

Manuel Fermín Villar Rubio

SECRETARIO GENERAL

Anuar Abraham Kasis Ariceaga

DIRECCIÓN GENERAL

Ernesto Anguiano García

COORDINADORA EDITORIAL

Patricia Briones Zermeño

ASISTENTE EDITORIAL

Alejandra Carlos Pacheco

EDITORES GRÁFICOS

Alejandro Espericueta Bravo
Yazmín Ochoa Cardoso

REDACTORA Y CORRECTORA DE ESTILO

Adriana del Carmen Zavala Alonso

COLABORADORES

Investigadores, maestros, alumnos de posgrado,
egresados de la UASLP y otras instituciones

CONSEJO EDITORIAL

Alejandro Rosillo Martínez

Facultad de Derecho Abogado Ponciano Arriaga Leija

Adriana Ochoa

Facultad de Ciencias de la Comunicación

Anuschka Van't Hooft

Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades

Ruth Verónica Martínez Loera

Facultad del Hábitat

María del Carmen Rojas Hernández

Facultad de Psicología

Hugo Ricardo Navarro Contreras

Coordinación para la Innovación y Aplicación
de la Ciencia y la Tecnología

Amado Nieto Caraveo

Facultad de Medicina

Vanesa Olivares Illana

Instituto de Física

Juan Antonio Reyes Agüero

Instituto de Investigación de Zonas Desérticas

UNIVERSARIOS POTOSINOS, nueva época, año quince, número 226, de agosto de 2018, es una publicación mensual gratuita fundada en marzo de 1993 y editada por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, a través del Departamento de Comunicación Social, que tiene como principales objetivos difundir el conocimiento generado por la investigación científica y tecnológica de la UASLP y otras instituciones nacionales y extranjeras e informar sobre los avances, descubrimientos y teorías que se han obtenido en las diversas áreas del conocimiento. Calle Álvaro Obregón número 64, Colonia Centro, C.P. 78000, tel. 826-13-00, ext. 1505, revuni@uaslp.mx. Editor responsable: MEP Ernesto Anguiano García. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo núm. 04-2017-110819193400-203, ISSN: 1870-1698, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, licitud de Título núm. 8702 y licitud de contenido núm. 6141, otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Latindex, folio: 24292. Impresa por Imprescolor, en Tetela 182, fraccionamiento Muñoz, C.P. 78150, San Luis Potosí, SLP, este número tuvo un tiraje de 3 500 ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de la universidad.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Se reciben colaboraciones exclusivas y originales al correo electrónico: revuni@uaslp.mx, que serán revisadas por evaluadores externos y los miembros del Consejo Editorial.

Consulte el Instructivo para colaboradores en: <http://www.uaslp.mx/Comunicacion-Social/revista-universitarios-potosinos>.



Editorial

Año Quince
Número 226
Agosto de 2018

La Huasteca potosina es un sitio de gran diversidad en cuanto a flora y fauna se refiere. Para darnos una idea debemos decir que está constituida por 20 de los 58 municipios con los que cuenta el estado de San Luis Potosí. La zona fue habitada por pueblos que compartieron la misma cultura que los mayas, conocidos como huastecos, que dejaron su huella arqueológica en dos sitios principalmente: Tamtok y El Consuelo, ambos en el municipio de Tamuín.

Patricia Gallardo Arias afirma en su libro *Huastecos de San Luis Potosí* (p. 6, 2004) que "El nombre de huasteco les viene por designación mexicana; también se autodenominaban *tohueyome*, que significa 'nuestro prójimo'; finalmente, teenek es el término con el que se designan en la actualidad. En realidad no existe una definición literal del término teenek; según los hablantes significa los que viven en el campo, con su lengua y comparten 'el costumbre'. Para los nahuas y mestizos, los teenek son conocidos como los huastecos".

Es debido a la riqueza cultural de la región que la Huasteca potosina ha sido estudiada por investigadores, en cuanto a sus usos y costumbres, pero también su biología, lo que ha dado como resultado importantes hallazgos, como el del pez ciego, tema que le presentamos en esta edición. **UP**

Encuentra
nuestros contenidos
en formato digital



Síguenos:



@revupotosinos



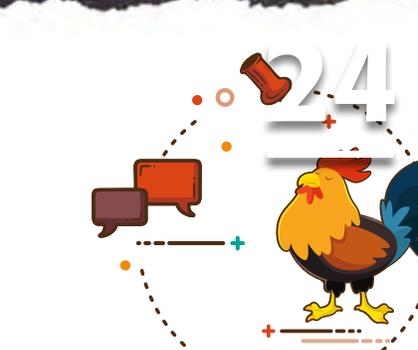
Universitarios Potosinos



4



16



24

12

4 El pez ciego y su adaptación a las geofomas de la Huasteca
SALVADOR LUNA VARGAS Y COL.

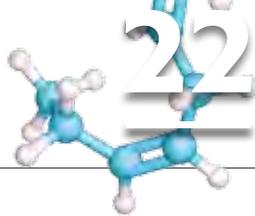
12 La conservación *in situ* y la seguridad alimentaria
VIRGINIA GABRIELA CILIA LÓPEZ Y COL.

16 El riesgo ambiental: su regulación, evaluación y comunicación
LUCÍA ARAUJO ALVARADO Y COLS.

22 El futuro de la metabolómica en el diagnóstico clínico
ANA KARENINA ROCHA VIGGIANO Y COLS.

28 La investigación del dolor clínico en la UASLP
JUAN ALBERTO VÉRTIZ HERNÁNDEZ Y COLS.

34 Entre animales te veas: el reino animal como fuente metafórica
BLANCA ELENA SANZ MARTÍN



22

SECCIONES

11 Columna DE FRENTE A LA CIENCIA
MANUEL VILLAR RUBIO

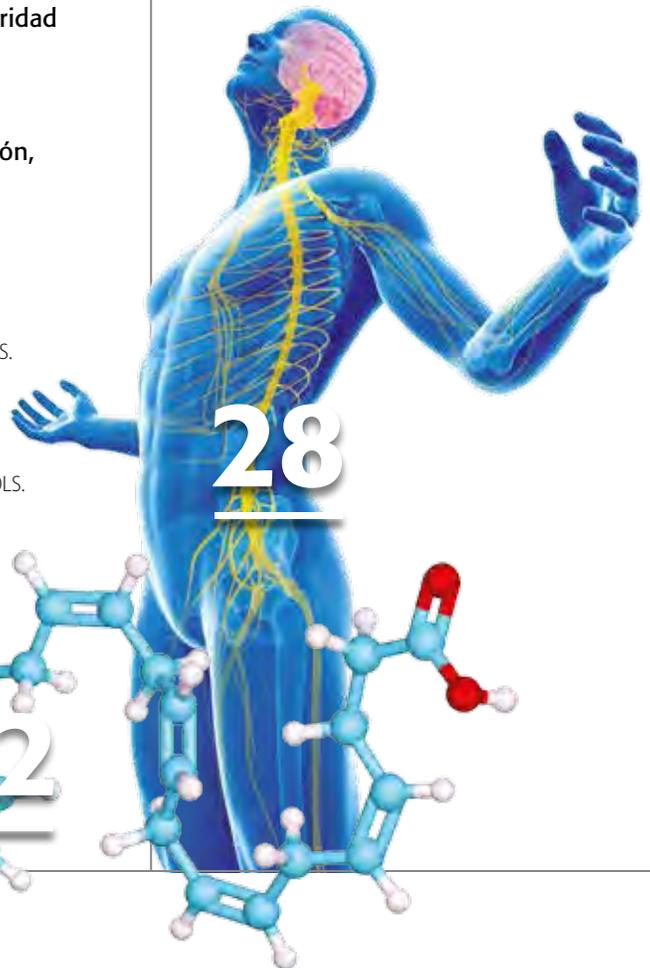
38 Divulgando MIRADOR DE LA CIENCIA
El ahora y el futuro de la impresión 3D
DANIEL ULISES CAMPOS DELGADO

40 Protagonista de la agronomía
Miguel Ángel Tiscareño Iracheta
ALEJANDRA CARLOS PACHECO

42 Primicias
UASLP y UTSA prueban detección de cáncer de mama mediante saliva
DEPARTAMENTO DE COMUNICACIÓN SOCIAL, UASLP

A través del tiempo...
43 Nuevo edificio de la Escuela de Arquitectura
ALEJANDRO ESPERICUETA BRAVO

Ocio con estilo
44 Orquídeas de San Luis Potosí. Catálogo de especies
ALBA JAZMÍN FLORES ESTRADA



28



UASLP
Universidad Autónoma
de San Luis Potosí



Juan Correa, Nacimiento de la Virgen

ACERVOS ARTÍSTICOS DE LA NACIÓN EN CUSTODIA DE LA SHCP

**SEPTIEMBRE 27 A
ENERO 20**

CAJA REAL. CENTRO CULTURAL
MADERO Y ALDAMA. ZONA CENTRO
MARTES – SÁBADO 10:00 A 18:00 HORAS
DOMINGO 10:00 A 16:00 HORAS
ENTRADA LIBRE

SHCP
SECRETARÍA DE HACIENDA
Y CREDITO PÚBLICO



Difusión Cultural
UASLP
2018



CENTRO CULTURAL
UNIVERSITARIO
CAJA REAL
UASLP

f Cultura UASLP t @UASLPCultura i @cultura_uaslp
www.difusioncultural.uaslp.mx

Recibido: 15.03.2018 | Aceptado: 20.05.2018

Palabras clave: Especie prioritaria, geoconservación, patrimonio y troglobitos.

El pez ciego y su adaptación a las geoformas de la Huasteca



SALVADOR LUNA VARGAS

salvador_luna14@yahoo.com.mx

ADRIÁN GUTIÉRREZ TORRES

UNIDAD ACADÉMICA MULTIDISCIPLINARIA ZONA HUASTECA, UASLP



La Huasteca ha sido considerada una región rica en biodiversidad y cultura que motivaron a varios científicos a explorarla en la primera mitad del siglo XX, entre ellos el ictiólogo Basil Jordan, de la Texas Aquaria Fish Company of Dallas, Estados Unidos de América, que en 1936 recolectó una nueva especie de pez, a la cual pudo llegar gracias al testimonio y acompañamiento de los nativos de la región, quienes lo condujeron durante su exploración al interior de una gruta situada al sureste de Ciudad Valles, San Luis Potosí (Hubbs e Innes, 1936).

Se introdujeron a través de estrechas galerías que los llevaron a una extensa cámara cubierta de estalactitas y estalagmitas, inmersas en cuatro pozas que captaban el agua infiltrada de la superficie, las cuales permitieron la supervivencia y adaptación de estos peces. Finalmente, en noviembre de ese mismo año, Jordan halló al extraño pez de la familia de los carácidos, que tenía la particularidad de no poseer pigmentación ni globos oculares. Dichas características fueron fundamentales para que el científico decidiera recolectar y enviar algunos ejemplares para su futuro estudio a la ciudad de Dallas, en donde se realizaron pruebas fenotípicas y de adaptación, que condujeron a plantear la hipótesis de que derivaban del pez conocido actualmente como sardinita mexicana (*Astyanax mexicanus*), el único carácido identificado hasta ese momento en la vertiente del Río Pánuco.

Ese pez se distribuye desde Texas y Nuevo México, en Estados Unidos de América, hasta las regiones fisiográficas de la Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo Norte en México; sin embargo, el pez ciego de las cavernas —también conocido como sardinita cie-

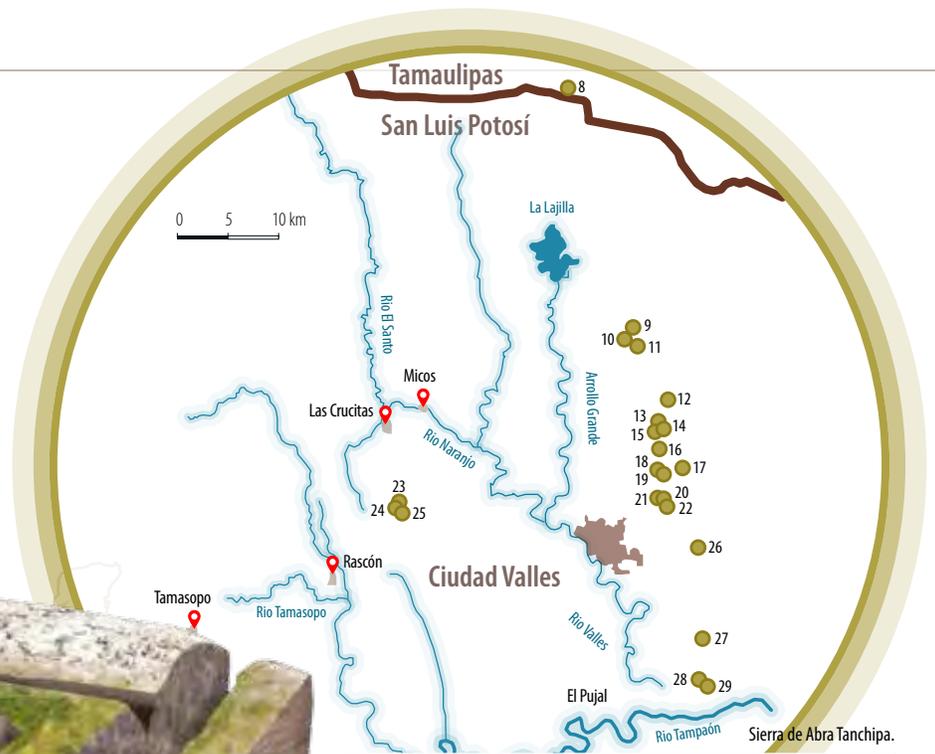
ga (*Astyanax jordani*)— sólo se distribuye en tres municipios de Tamaulipas y en 21 cuevas del municipio de Ciudad Valles, San Luis Potosí, entre las sierras de Guatemala, de Cucharas y del Abra Tanchipa, lo que lo hace una especie especialmente adaptada a los paisajes kársticos (relieves de piedra originados por la erosión) de la Huasteca.

Hábitat del pez ciego de las cavernas

Es preciso decir que el primer descubrimiento del pez ciego se realizó en la denominada Cueva Chica, cerca del poblado El Pujal en Ciudad Valles, el primero de noviembre de 1936; le siguieron otros hallazgos en las cuevas de El Arroyo y La Tinaja, en el mismo municipio, así como en la de Pachón, en el municipio de Antiguo Morelos, en el estado de Tamaulipas. A los descubrimientos anteriores fueron sumándose hallazgos en cuevas kársticas en forma de sifones, que podrían definirse como cuevas con dos extremos que sobresalen del fondo inmerso hasta el techo. Actualmente, se han encontrado más de 200 cuevas en la región, 29 de ellas han sido identificadas como hábitat del pez *Astyanax jordani*; las características se muestran en la tabla 1 (Elliott, 2016).

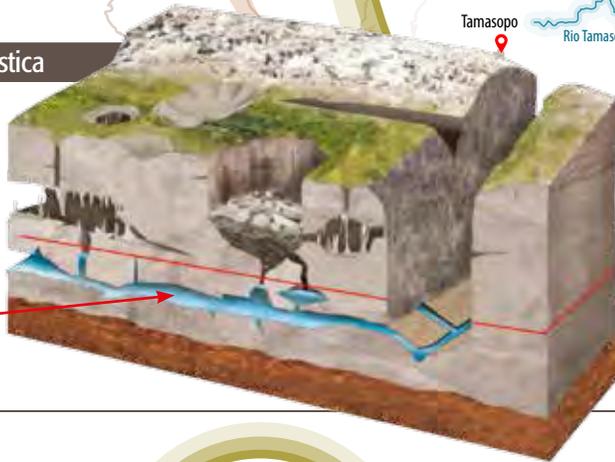
Ubicación de algunas de las **29 cuevas** que han sido identificadas como hábitat del pez *Astyanax jordani*

El hábitat del pez ciego se sitúa en los paisajes kársticos de la Huasteca potosina y tamaulipeca.



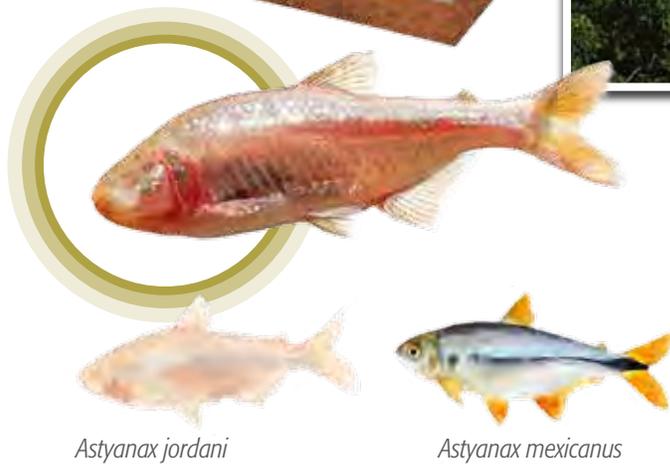
Formación kárstica

Formas kársticas en forma de sifones



Astyanax jordani

es un pez que carece de pigmentación y globos oculares que son sustituidos por tejido adiposo.



Astyanax jordani

fue publicado por primera vez como especie rara en la lista roja de la UICN en 1990, y como especie vulnerable a partir de 1996.

Ejemplares descendientes de los primeros especímenes de *Astyanax jordani* recolectados en 1936 se encuentran en los acuarios más importantes del mundo, principalmente en Estados Unidos de América, Alemania, Francia, Austria, España y Japón.

Astyanax jordani se ha convertido en una especie ornamental muy popular para los acuaristas de Estados Unidos de América y Europa occidental.

Formación de los globos oculares

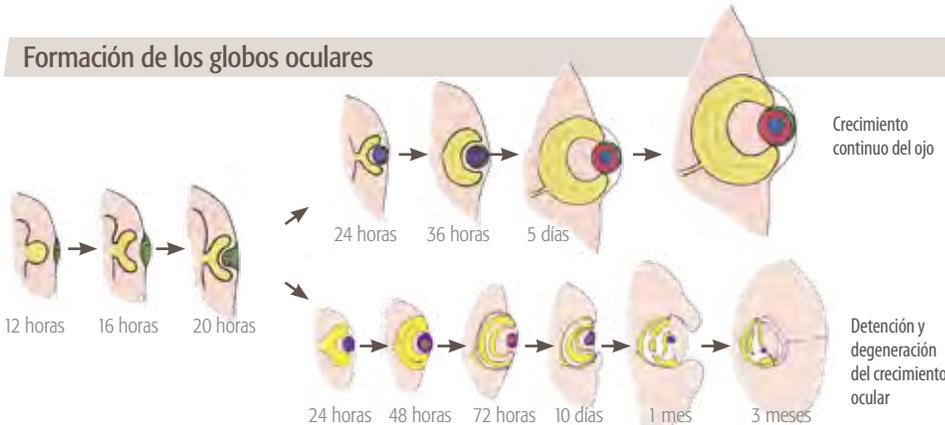


Tabla 1. Características de las cuevas en las que se han registrado poblaciones de pez ciego (*Astyanax jordani*) en San Luis Potosí y Tamaulipas.

No.	Cueva	Longitud	Elevación	Profundidad	Fondo	Municipio	Estado
1	Sótano de Jineo	302	292	144	148	Gómez Farías	Tamaulipas
2	Sótano del Molino	658	269	138	131	Gómez Farías	Tamaulipas
3	Sótano Escondido	100	303	150	153	Gómez Farías	Tamaulipas
4	Cueva de la Abeja	245	249	119	130	Ocampo	Tamaulipas
5	Sótano del Caballo Moro	285	320	211	110	Ocampo	Tamaulipas
6	Sótano de Vázquez	1500	422	277	145	Ocampo	Tamaulipas
7	Cueva de El Pachón	1000	211	8	203	Antiguo Morelos	Tamaulipas
8	Sótano del Venadito	4419	312	206	106	Antiguo Morelos	Tamaulipas
9	Sótano de Yerbaniz	2027	242	97	145	Ciudad Valles	SLP
10	Sótano de Matapalma	1722	242	86	156	Ciudad Valles	SLP
11	Sótano del Japonés	4500	243	140	104	Ciudad Valles	SLP
12	Sótano del Tigre	3000	246	162	85	Ciudad Valles	SLP
13	Sótano de La Roca	20	241	42	199	Ciudad Valles	SLP
14	Cueva de Los Sabinos	1502	239	96	144	Ciudad Valles	SLP
15	Sótano del Arroyo	7202	192	134	58	Ciudad Valles	SLP
16	Sótano de la Tinaja	4502	166	82	84	Ciudad Valles	SLP
17	Sótano del Soyate	206	293	234	59	Ciudad Valles	SLP
18	Sotanito de Montecillos	1741	190	92	99	Ciudad Valles	SLP
19	Sótano de Pichijumo	1330	158	82	76	Ciudad Valles	SLP
20	Sótano de Jos	338	176	85	92	Ciudad Valles	SLP
21	Sótano de Las Piedras	405	145	47	99	Ciudad Valles	SLP
22	Sótano de la Palma Seca	164	152	53	100	Ciudad Valles	SLP
23	Cueva de Los Otates	269	220	15	205	Ciudad Valles	SLP
24	Cueva del Río Subterráneo	475	239	32	207	Ciudad Valles	SLP
25	Cueva del Lienzo	225	236	23	213	Ciudad Valles	SLP
26	Cueva de La Curva	214	132	19	113	Ciudad Valles	SLP
27	Sótano del Toro	66	92	5	88	Ciudad Valles	SLP
28	Cueva Chica	320	68	19	49	Ciudad Valles	SLP
29	Los Cuates	400	62	22	40	Ciudad Valles	SLP

Longitud = Largo; Elevación = Altura; Profundidad= La distancia de una cueva o sótano en relación con la superficie de la tierra; Fond= Superficie sobre la cual descansa el agua del mar, un río, un estanque, etcétera.

Las cuevas identificadas hasta este momento se encuentran en la región de El Abra, que fue un arrecife calcáreo en la primera mitad de la era cretácica, (desde hace 145 a 66 millones de años aproximadamente), (Espinasa y Espinasa, 2016), pero su composición geológica se debe fundamentalmente a que el descenso del mar ocasionó la erosión química de la piedra caliza, así se formó una intensa porosidad en la región, la cual hace de la Huasteca un espacio geográfico con características únicas.

Importancia del hábitat del pez ciego

Como ya se mencionó, el hábitat del pez ciego se sitúa en los paisajes kársticos de la Huasteca potosina y tamaulipeca, aunque el área principal de influencia se ubica en la región conocida como Sierra del Abra Tanchipa, decretada como Área Natural Protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera (RBSAT) en 1994; así se estableció por su aporte a los elementos bióticos y abióticos que conforman un reducto de la flora y fauna neotropical en el noreste del país, además de ser una región que explica en gran medida los procesos

geológicos que sufrió la zona colindante con el Golfo de México, tomando en cuenta que en ella se realiza la recarga de los mantos freáticos y fuentes de manantiales de la región.

La Sierra del Abra Tanchipa es una región terrestre prioritaria (RTP) de México, circunscrita al Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad, de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), por ser el límite boreal de las selvas medianas, encinar tropical y del palmar, así como por su



amplia diversidad biológica. Es parte de la región denominada como Confluencia de las Huastecas, que abarca los estados de Veracruz, San Luis Potosí, Hidalgo y Querétaro, cuya característica principal es ser una zona de origen kárstico.

Dentro de los recursos principales de la Huasteca potosina se encuentran los ríos Santa María, Naranjo, Mesillas, Tamuín, Gallinas, Tampaón, Choy, Moctezuma, Ojo Frío, Amajac, Axtla y Matlapa, así como sus manantiales, cascadas y aguas hidrotermales. Esta región está clasificada dentro de las categorías de Conabio, como una región de alta biodiversidad (AAB) y como una región amenazada (AA). La Sierra del Abra Tanchipa también es un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), en la categoría G-1, que indica que el sitio contiene una población de una especie considerada globalmente amenazada, en peligro o vulnerable (según el libro rojo de Birdlife), así como en la categoría A2, por su distribución restringida, en donde se considera que el sitio mantiene un componente significativo de un grupo de especies cuyas distribuciones reproductivas lo definen como un área de endemismo de aves.



El hábitat del pez ciego se sitúa en los paisajes kársticos de la Huasteca Potosina

Otros grandes proyectos que se desarrollan en esa región son los de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), con el acompañamiento y asesoramiento de la Agencia para la Cooperación Alemana del Desarrollo (GIZ, por sus siglas en inglés), denominado Corredor Ecológico de la Sierra Madre Oriental (CESMO), que tiene como principal objetivo gestionar el territorio con base en sus servicios ambientales, a través de la promoción del desarrollo regional sustentable. Sumado a lo anterior, se encuentra el proyecto de aspiración a Geoparque Mundial de la Unesco, el cual brinda reconocimiento a las áreas geográficas únicas y unificadas para empoderar a las comunidades locales con el propósito de promover los procesos geológicos significativos, características, periodos de tiempo y temas históricos relacionados con la geología o la belleza geológica excepcional.

De acuerdo con lo anterior, es relevante decir que el pez ciego de las cavernas juega un importante papel en el estudio, conservación y protección de la Sierra del Abra Tanchipa, pues su adaptación al medio permite entender los procesos geológicos de los paisajes kársticos de México y la Huasteca potosina. Por tal motivo, nos atrevemos a decir que el pez *Astyanax jordani* es una especie prioritaria para la conservación, ya que su relevancia radica en su interés social, cultural y científico, además representa en gran medida a los ecosistemas propios de los sistemas kársticos del noreste de México.

Ecología de las cuevas del pez ciego de las cavernas

Otro aspecto a resaltar es la ecología de las cuevas registradas en San Luis Potosí, las cuales brindan refugio y sustento a peces y otros organismos que habi-

tan en ellas; además, existen entre 30 y 60 especies terrestres que incluyen vertebrados, anfibios y murciélagos, así como entre cuatro y 10 especies de troglobios, es decir, especies que sólo habitan en cuevas. Cabe mencionar que el *Astyanax jordani* es un pez que adaptó su dieta a las condiciones subterráneas, por lo cual su principal alimento incluye guano de murciélago, parásitos internos del guano, grillos, escombros, moscas, polillas, invertebrados, crustáceos nada-dores, animales muertos e incluso otros peces de su especie (Elliott, 2016).

La adaptación de la dieta del pez ciego le permitió sobrevivir a las condiciones adversas de las cavernas; sin embargo, es importante mencionar que estos ecosistemas y sus organismos son frágiles a los elementos químicos en el agua, pues pueden llegar a ocasionar severos daños en las colonias de peces que habitan en las cavernas. Además, la extracción de ejemplares y de agua son causantes de la disminución de las po-

blaciones. Incluso la NOM-059-SEMAR-NAT-2010, que determina las especies nativas de México con valor científico y cultural bajo alguna categoría de riesgo, incluye a la sardina ciega en la categoría de Especie Amenazada, y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) la considera una especie vulnerable en su Lista Roja de Especies Amenazadas.

Por esta razón, se insta a generar mayores esfuerzos en el estudio del pez ciego de las cavernas, ya que sus condiciones especiales son determinantes para explicar la distribución de la vida en la tierra a partir de los sitios de interés geológico, mejor conocidos como geositos “que refieren localidades clave cuyas características permiten reconocer y comprender las etapas evolutivas de una localidad, de una región, o de la tierra misma en su conjunto” (Palacio, 2016, p. 11). Esto permitirá, de alguna manera, conservar el geopatrimonio a través del aprovechamiento de estos si-

tios, con fines de investigación científica, actividades educativas y el geoturismo.

Controversia evolutiva del pez ciego de las cavernas

Es preciso decir que este pez ha sido punto de debate entre científicos de diversas latitudes, ya que algunos lo consideran —cuando mucho— como una subespecie y no como una especie distinta a *Astyanax mexicanus*; entre ellos, el doctor Robert Rush Miller (2009), autoridad en peces de agua dulce de México y un referente internacional, quien mencionó que aún no se han detectado diferencias cromosómicas ni bioquímicas y que existe, además, hibridación natural entre el ancestro oculado de superficie y algunas poblaciones cavernícolas sin ojos, con muchos intermedios (intergrados) en las cuevas con efluentes.

Cabe mencionar que este pez ha sido abordado en diversas fuentes como *Astyanax mexicanus*, *Anoptichthys jordani*, *Astyanax fasciatus*, *Astyanax jordani* y





SALVADOR LUNA VARGAS

Licenciado en Turismo
Sustentable por la Unidad
Académica Multidisciplinaria
Zona Huasteca de la UASLP.
Maestro en Administración e
Innovación del Turismo por el
Instituto Politécnico Nacional.
Actualmente es Jefe del
Departamento de Promoción y
Transferencia de Metodologías
del Centro de Incubación de
Empresas de Base Tecnológica
del IPN.



Astyanax hubbsi, y que *mexicanus* es la principal nomenclatura para describir al pez ciego de las cavernas; sin embargo, en México se describe como *Astyanax jordani* para diferenciar al pez troglobio de superficie. Gracias a los estudios, en 2006 se descubrió al fin el gen del albinismo y en 2014 fue publicado el genoma del pez ciego.

Características distintivas del pez ciego

De acuerdo con algunos autores, entre sus principales características se encuentran: *a)* la capacidad para acumular grandes cantidades de triglicéridos, *b)* mantener una menor tasa metabólica basal durante periodos ricos en alimentos, y *c)* utilización secuencial de sustratos de energía durante el ayuno.

Recientemente, los análisis del locus (lugar específico del cromosoma donde está localizado un gen u otra secuencia de ADN) de rasgos cuantitativos (QTL), clarificaron aún más la estructura de los rasgos simples y complejos, así se determinó la riqueza e información de los misterios evolutivos, que incluyen las secuencias genómicas. Por su parte, el perfil de transcriptoma ha revelado que diversos patrones de expresión génica subyacen a muchos fenotipos asociados a cuevas (Gross y Wilkens, 2013).

Conclusión

Si bien la Huasteca es una región de amplia biodiversidad y cultura, hoy en día es un territorio altamente vulnerable a la degradación ambiental, causada principalmente por las actividades humanas que se relacionan directa e indirectamente con el uso y extracción del agua, lo cual pone en peligro no sólo al pez ciego de las cavernas, sino a todos los organismos acuáticos de una de las cuencas de mayor importancia y con

mayor número de especies de peces en México, por su alto porcentaje de endemismos que se derivan de factores como: *a)* su ubicación geográfica de transición, entre la región Neotropical y la región Neártica, *b)* la adaptación de varios grupos marinos a las corrientes de agua dulce, y *c)* la gran diversidad geológica de la región (geodiversidad).

Por esa razón se vuelve urgente la conservación, no sólo de la diversidad biológica y cultural, sino también del patrimonio geológico (geopatrimonio), así como su uso sustentable a través de la educación, el turismo en sitios con valor estético y cultural (geoturismo) y el aprovechamiento de los sitios con valor científico, que poseen características especiales por los que deben ser protegidos, como es el caso del hábitat del pez ciego, que aún puede aportar muchos elementos para la investigación científica sobre la adaptación y evolución de las especies. Sólo de esta manera podremos comprender y entender el pasado y presente de la Huasteca para definir los futuros compromisos que habrán de tomarse rumbo a un desarrollo sustentable.

Referencias bibliográficas:

- Elliott, W. (2016). Cave Biodiversity and Ecology of the Sierra de El Abra Region. In A. Keene, M. Yoshizawa, y S. McGaugh, *Biology and Evolution of the Mexican Cavefish*, pp. 59-76. San Diego: Elsevier.
- Espinasa, L. y Espinasa, M. (2016). Hydrogeology of Caves in the Sierra de El Abra Region. En Keene, A., Yoshizawa, M. y McGaugh, S. *Biology and Evolution of the Mexican Cavefish*, pp. 41-58. San Diego: Elsevier.
- Gross, J. y Wilkens, H. (2013). Albinism in phylogenetically and geographically distinct populations of *Astyanax* cavefish arises through the same loss-of-function *Oca2* allele. *Heredity*, 111, pp. 122-130.
- Hubbs, C., e Innes, W. (1936). The First Known Blind Fish of the Family Characidae: A New Genus from Mexico. *Occasional Papers of the Museum of Zoology*, 342, pp. 1-10.
- Palacio, J. L. (2016). *Patrimonio geológico y su conservación en América Latina: Situación y perspectivas nacionales*. DF: UNAM, Instituto de Geografía.



Universitarios Potosinos: herramienta efectiva de divulgación científica

Un país en el que el pueblo y las autoridades son conscientes de que el progreso del país depende de la aplicación y del conocimiento de la ciencia, es distinto de otro que considera que la ciencia es un adorno y no sirve para nada.

Enrique Belocopitov, divulgador científico argentino

La Universidad Autónoma de San Luis Potosí ha sido un elemento muy importante para el desarrollo del estado a lo largo de su historia. Como institución de educación superior, y conscientes de la importancia de nuestro quehacer, trabajamos continuamente a fin de mejorar nuestra oferta educativa. Este proceso nos ha permitido vislumbrar áreas de oportunidad, donde el actuar de nuestros jóvenes estudiantes es necesario para, en un futuro cercano, mejorar las condiciones de vida de nuestra sociedad.

Esta casa de estudios busca que la formación de nuestros estudiantes esté sustentada bajo el más firme conocimiento científico, tecnológico y cultural que les permita hacer frente de manera competente a los retos del mundo laboral.

Asimismo, y como parte del compromiso social que hemos adquirido, la Universidad ha encontrado en el desarrollo de la ciencia y la cultura un excelente medio para la brindar a la comunidad y a la sociedad en general, una herramienta adicional que permita el desarrollo de aptitudes y habilidades útiles en la búsqueda de mejores condiciones de vida.

Esta casa de estudios ha logrado, por medio de distintos eventos, algunos de carácter nacional e internacional, el acercamiento de diferentes sectores sociales hacia una nueva forma de ver la ciencia. La Semana Nacional de Ciencia y Tecnología, Leamos la Ciencia para Todos, actividades de Puertas Abiertas, programas de radio y televisión, así como producciones digitales a través

de las nuevas plataformas de comunicación, nos han permitido abrir una ventana más en nuestra tarea en cuestión de divulgación científica.

Una de las herramientas más efectivas con las que esta Universidad ha podido contar en materia de divulgación científica y cultural, ha sido la revista *Universitarios Potosinos*. Esta publicación, que cuenta con más de 20 años de historia, es el principal medio que nos permite dar a conocer a la comunidad universitaria y público en general, las distintas acciones, proyectos e investigaciones que se trabajan al interior de nuestra casa de estudios. Ha recopilado un sin fin de artículos realizados por la comunidad estudiantil, investigadores y docentes de esta institución, los cuales han ido mejorando en cuestión del rigor académico que proyecta.

Ejemplos como el anterior, son las distintas publicaciones que se editan en el país, las cuales tratan de rescatar de una manera sencilla y práctica el acontecer científico, tecnológico, social y cultural de México. Sin duda, la labor que realizan los editores, colaboradores, redactores y equipo editorial de cada una de estas publicaciones, es un trabajo ejemplar.

Debemos comprender que, sin la ciencia, el progreso y desarrollo de una nación, simplemente no es posible seguir avanzando, esto hace que las revistas y medios de divulgación sean una fuente rica en información, cuyo mérito principal es dar a conocer y aterrizar grandes

investigaciones en un terreno simple pero rico en contenido para la sociedad.

Es por ello que eventos que divulgan la ciencia son de vital importancia para el crecimiento de estos medios de información, pues es aquí en donde se pueden plantear los nuevos retos a enfrentar en la denominada sociedad de la información. El Encuentro Nacional de Revistas de Divulgación *Retos de la Popularización de la Ciencia* es un excelente espacio para la formación de redes de vinculación que permita enriquecer de manera interinstitucional y coordinada los esfuerzos de cada una de las publicaciones que hoy nos acompañan.

Además, es una muestra clara de la calidad y compromiso, así como de los resultados favorables que se puedan obtener, derivados de la suma de esfuerzos de los integrantes de la comunidad académica. Miembros de esta gran comunidad universitaria, los invito a que sigamos desarrollando y fortaleciendo nuestros centros y campos de acción y, con ello, demos paso hacia un mejor entendimiento de la ciencia y la cultura, el cual permita la consolidación de nuestro país.

Extracto del discurso del rector de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, maestro en arquitectura Manuel Villar Rubio, pronunciado en la inauguración del Encuentro Nacional de Revistas de Divulgación *Retos de la Popularización de la Ciencia*, realizado en el marco del XXV Aniversario de *Universitarios Potosinos*, revista de divulgación científica de la UASLP. 25 de mayo de 2018. **UP**

Recibido: 19.04.2018 | Aceptado: 28.05.2018

Palabras clave: Agroecosistemas, alimentos locales, conocimiento tradicional y conservación.



La conservación *in situ* y la seguridad alimentaria

VIRGINIA GABRIELA CILIA LÓPEZ

gabriela.cilia@uaslp.mx

FACULTAD DE MEDICINA-CIACYT, UASLP

JOSÉ ARTURO DE NOVA VÁZQUEZ

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE ZONAS DESÉRTICAS, UASLP

Los agroecosistemas tradicionales constituyen espacios de interacción entre el humano y las plantas, en los que se fomenta el uso múltiple de las especies a través de costumbres y conocimientos tradicionales. El manejo y utilización que se le ha dado a las especies domesticadas han promovido su diversidad, un atributo importante de los agroecosistemas tradicionales.

Ejemplos de esto son las más de 60 variedades de maíz registradas para México, como el maíz azul, bofo, cahuacinte, canelo, chapalote, Nal-Tel, tepecintle, tremés, entre otras. Otro ejemplo se encuentra en los campos de productores tradicionales de mezcal en el occidente de México, donde se han documentado hasta 17 variantes de agave productoras de mezcal, que probablemente son el centro de origen del agave azul, actualmente de alto valor económico por la producción de tequila. De esta manera, los agroecosistemas tradicionales representan reservorios de biodiversidad con potencial para su uso.

La diversidad genética y fenotípica promovida en los agroecosistemas tradicionales es importante para mantener su resiliencia, pues les otorga una tolerancia diferenciada que les permite hacer frente a diversas condiciones ambientales, lo anterior disminuye los riesgos en la producción de alimentos cada año. Así, un valor trascendente de la riqueza de los agroecosistemas es su adaptación, misma que les da la capacidad de tolerar diferentes condiciones como sequías, temperaturas extremas, suelos infértiles, ataque de plagas, enfermedades, entre otras. Esta tolerancia puede ser utilizada para enfrentar los efectos del cambio climático en la producción de alimentos.

La seguridad alimentaria se alcanza cuando todas las personas tienen suficientes alimentos nutritivos e inocuos en todo momento, para llevar a cabo una vida activa y saludable. Algunos escenarios de

cambio climático prevén una reducción en los rendimientos de cultivos en varias regiones, esto representa una amenaza para la seguridad alimentaria. Se ha planteado que dentro del reservorio genético de los agroecosistemas tradicionales se encuentra la fuente de variación que le permite a los principales cultivos (maíz, trigo, arroz), tolerar y permanecer productivos en regiones cada vez más áridas o con variaciones extremas de temperatura. Una actividad crucial para asegurar el alimento cada año consiste en generar estrategias de conservación del germoplasma (banco de semillas) de variantes de especies que serán cultivadas en el futuro. En este sentido, actualmente resaltan dos tipos de estrategias de conservación: *ex situ* e *in situ*, en referencia a su implementación fuera o dentro del ecosistema original donde fueron desarrolladas dichas variantes o cultivares.

La conservación *in situ* (en el sitio) se realiza en el hábitat natural o domesticado de la especie y se fundamenta en el manejo tradicional de los agroecosistemas como parte primordial de conservación. Ha sido utilizada durante cientos de años y destaca como una estrategia importante para el futuro de la producción de alimentos y de la seguridad alimentaria. Este tipo de conservación se desarrolla en sistemas a pequeña escala, mismos que tienen contacto

constante con las variantes silvestres, lo que aumenta las posibilidades del intercambio genético, promueve su diversidad genética y permite la adaptación a nuevas condiciones ambientales. El intercambio genético aumenta la capacidad de las especies de resistir cambios bruscos en el ambiente u otro tipo de estrés como los esperados en los modelos actuales de cambio climático.

La conservación *in situ* apunta a mantener un reservorio de germoplasma dentro del hábitat natural de la planta. Debido a que existe una interacción entre el agroecosistema, la diversidad genética y el productor, esta estrategia impacta positivamente en la conservación que los productores les dan a los cultivares tradicionales y especies locales. Por lo tanto, la conservación *in situ*, no sólo fomenta la diversidad biológica, sino que además promueve la importancia ecológica del conocimiento tradicional.

En América existen varias especies tradicionales de granos, tubérculos, hortalizas y frutos de importancia alimenticia, cuya conservación debe ser prioritaria debido a que sus centros de domesticación y diversificación están en riesgo por los efectos del cambio climático y las actividades humanas. Algunas de estas especies incluyen variantes de frijol, tomate, tejocote, membrillo, calabazas, quelites, magueyes, nopales y tunas, además de todas las variantes

de maíz. En México, el principal agroecosistema tradicional lo representa la milpa, el cual se compone de maíz, frijol, calabaza y chile, con especies como el miltomate y el amaranto; asimismo, crecen de mane-



ra natural algunas especies herbáceas comestibles conocidas como quelites y otras que son empleadas como plantas medicinales. Del manejo tradicional de la milpa se han desarrollado diversas variantes de maíz, frijol, chile y calabaza, éstas se encuentran presentes en todo el país y forman parte de la diversidad biológica de los alimentos mexicanos.

Otro ejemplo de la diversidad que se puede lograr con la conservación *in situ* es la papa, especie de importancia económica mundial originaria de la zona de los Andes entre Perú y Bolivia, en donde existen más de 4300 variantes. Los agroecosistemas tradicionales de los Andes promueven la polinización cruzada de las flores de la papa, la cual es vital para mantener la diversidad de las variedades locales. Actualmente, en esta región sudamericana es posible encontrar hasta 50 variedades por finca; tan sólo en la reserva de biodiversidad del archipiélago de Chiloé en Chile, la población local cultiva unas 200 variedades autóctonas, actividad realizada principalmente por mujeres. Aunque es un grupo muy diverso, está amenazado por las variantes más comerciales e introducidas.

Los recursos genéticos de las plantas cultivadas que han sido originadas en zonas de producción a pequeña esca-

la de nuestro planeta están en peligro. Las semillas nativas han sido constantemente relegadas por variantes introducidas debido a su alta productividad. Principalmente por la adopción cada vez mayor de prácticas agrícolas intensivas y extensivas, organizadas a manera de monocultivos que han desplazado en gran medida a aquellas variantes tradicionales y sus agroecosistemas, reduciendo así la diversidad de los cultivos.

La conservación *ex situ* implica el almacenamiento y preservación del germoplasma fuera del hábitat natural de una especie. Se desarrolló especialmente para la conservación de semillas y se realiza a partir de un banco de germoplasma en condiciones muy controladas de temperatura, presión e iluminación, por lo que requiere grandes inversiones para su establecimiento y mantenimiento. Este tipo de estrategia es utilizada, en su mayoría, por agencias gubernamentales u organizaciones dedicadas a la conservación que pretenden, a través de esta herramienta, asegurar los recursos genéticos mundiales a largo plazo y evitar su extinción.

Este tipo de conservación es una estrategia viable y tiene cierta importancia; sin embargo, tiene debilidades y desventajas, entre ellas resaltan la re-

ducción del recambio genético por la imposibilidad de contacto con variantes silvestres, lo que contribuye a la alteración de procesos microevolutivos que mantienen la diversidad genética de las poblaciones naturales.

Otra desventaja de la conservación *ex situ* es la preferencia por variantes de interés comercial, lo que contribuye al desarraigo del conocimiento tradicional desarrollado por los agricultores originales. Estas situaciones pueden evitarse con la conservación *in situ*, en la que puede resguardarse todo el acervo genético de las variantes cultivadas de un sitio, no sólo comerciales sino también las tradicionales, así se generaría un excedente económico a través del comercio de las mismas por parte de los productores, además de evitar depender del mercado.

Los niveles adecuados de diversidad genética presentes en los agroecosistemas tradicionales aumentan la capacidad adaptativa en rangos de distribución más amplios en donde pudieran establecerse nuevos cultivos. Una ventaja importante de la conservación *in situ* en comparación con la *ex situ*, es el manejo y conocimiento tradicional que se les da. Los productores de los agroecosistemas tradicionales resguardan una vasta experiencia, pues han adquirido conocimientos que se transmiten de generación en generación sobre cómo manejar, conservar, potencializar y asegurar la producción de alimentos locales de una manera sostenible en el tiempo.

Se ha planteado la posibilidad de extraer cultivares tradicionales para producirlos en forma de monocultivos; sin embargo, esto no es una opción que pueda sostenerse en el tiempo, pues



es un sistema susceptible a la pérdida de la variación genética y, eventualmente, su extinción. Así que la alternativa más adecuada para mantener la producción de alimentos es valorar los agroecosistemas tradicionales y promover su gestión y mejoramiento sin olvidar que su complejidad es la que le ha dado persistencia en el tiempo. (Toledo *et al.*, 2008; Hunter y Heywood, 2011).

En México contamos con distintas regiones culturales que practican variados sistemas agroecológicos tradicionales. Estas regiones deben ser valoradas como reservorios para la seguridad alimentaria futura del país, pues aseguran las variantes originales de especies alimenticias tan importantes como el maíz y el frijol, de las que se han generado las variantes comerciales. Este recurso fitogenético cobrará un gran valor en el futuro, cuando sea necesario regresar a la búsqueda de la variación genética original para hacer frente a los cambios ambientales que se prevén en los años por venir. Además, es muy importante que se establezcan políticas adecuadas para decidir qué especies deben conservarse. Procurar darle la importancia que se debe a este tipo de estrategia y, sobre todo, a lo que integra la misma en un contexto socio-ecológico. Este tipo de conservación también apunta a que los tomadores de decisiones incluyan en sus políticas públicas estrategias de conservación viables y benéficas para los productores.

El derecho a la alimentación es fundamental, por lo que siempre debe trabajarse por asegurar que la producción de alimentos sea estable en el tiempo y su distribución equitativa entre la población. Con la conservación *in situ*, los productores tradicionales no

sólo garantizan los alimentos, también mejoran su ingreso económico con los excedentes generados por cosecha. Es decir, que el interés de conservar radica en asegurar los recursos alimenticios de las familias productoras, así como de los compradores externos. Si estos recursos genéticos se conservan, al mismo tiempo se promueve la seguridad alimentaria de las familias.

En conclusión, la conservación *in situ* provee de herramientas en diferentes dimensiones, hacia diferentes públicos y con diversos beneficios en la producción de alimentos. La importancia de esta estrategia radica precisamente en que incluye al eslabón primordial en la producción de alimentos: el productor y sus conocimientos en el proceso, y considera las características fundamentales para que un proceso de conservación sea exitoso. Si bien la conservación *ex situ* tiene ventajas que son útiles en situaciones muy particulares, la conservación *in situ* promueve la conservación de la diversidad local de alimentos, parte fundamental tanto de la riqueza biológica como de la diversidad dietética.

Finalmente, todas las estrategias que garanticen la producción de alimentos deben desarrollarse con el objetivo de garantizar la seguridad alimentaria de la población en el mundo, sobre todo en un escenario en que la producción de alimentos se ve comprometida por las condiciones ambientales tan variables y en el que las crisis económicas afectan la disponibilidad de alimentos, principalmente en la población con menos ingresos económicos. Es importante señalar que la conservación *in situ* además de favorecer la biodiversidad agrícola tiene un papel social, económico y cultural importante. En México y en



**VIRGINIA
GABRIELA
CILIA LÓPEZ**

Es licenciada en Biología por la BUAP y doctora en Ciencias Ambientales por la UASLP. Actualmente es profesora investigadora en la Facultad de Medicina-CIACYT y trabaja en el proyecto "Evaluación de la Seguridad Alimentaria en comunidades vulnerables, rescate de las dietas tradicionales y caracterización de alimentos funcionales".



otras partes del mundo, esta práctica es realizada principalmente por los campesinos en áreas en las que se practica la agricultura de temporal. Estos campesinos se encuentran dentro de los grupos con mayor pobreza en nuestro país, a diferencia de los agroindustriales que desarrollan la producción de unos pocos cultivos en áreas tecnificadas, por lo que tienen un papel fundamental como guardas de la enorme diversidad de variedades de los diferentes cultivos autóctonos de México. **UP**

Referencias bibliográficas:

Hunter, E. D. y Heywood, V. (2011). *Crop wild relatives: a manual of in situ conservation*. Biodiversity International. Nueva York: Earthscan.

Maxted, N., Toledo, A., Heywood, V., Hunter, D., Jarvis, A., Kell, S. . . . Ford-Lloyd, B. (2010). A global approach to crop wild relative conservation: securing the gene pool for food and agriculture. *Kew Bulletin*, 65(4), pp. 561-576.

Oldfield, M. y Alcorn, J. (1987). Conservation of traditional agroecosystems. *BioScience*, 37(3), pp. 199-208.

Toledo, V. y Barrera-Bassols, N. (2008). *La memoria biocultural: La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Barcelona: Icaria Editorial.

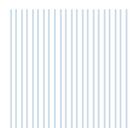
Volis, Sergei y Michael Blecher. (2010). Quasi in situ: a bridge between ex situ and in situ conservation of plants. *Biodiversity Conservation*, 19, pp. 2441-2454.

Recibido: 08.06.2018 | Aceptado: 12.06.2018

Palabras clave: Actividad riesgosa, planeación urbana, riesgo y vulnerabilidad.



El riesgo ambiental: su regulación, evaluación y comunicación



LUCÍA ARAUJO ALVARADO
luaral.laa@gmail.com
CLAUDIA YAZMÍN ORTEGA MONTOYA
ALFREDO ÁVILA GALARZA
FACULTAD DE INGENIERÍA, UASLP

El riesgo ambiental ocasionado por fenómenos químicos-tecnológicos se refiere a la probabilidad de que ocurran accidentes que involucren materiales peligrosos en las industrias, los cuales pueden trascender los límites de sus instalaciones y con ello afectar a la población, al ecosistema y al medio ambiente.

¿Qué es una actividad altamente riesgosa?

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) considera una actividad altamente riesgosa a todos aquellos establecimientos o actividades que manejen o almacenen sustancias con propiedades corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables y biológico infecciosas, mejor conocidas como características CRETIB (corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico infecciosas), en cantidades que, en caso de producirse una liberación por fuga o derrame de las mismas o bien por una explosión, afectaría significativamente al medio ambiente y la población o a sus bienes (DOF, 2018).

A partir del documento Identificación de Peligros por Almacenamiento de Sustancias Químicas en Industrias de Alto Riesgo en México, se conocen 14 sustancias químicas peligrosas mayormente almacenadas, entre las cuales se encuentran el gas licuado de petróleo (LP), amoníaco, ácido sulfúrico, cloro, gasolina, nitrógeno, acetona, óxido de etileno, hexano y alcohol isopropílico, entre otras. Estas sustancias se usan y almacenan principalmente en la industria

química, manufacturera, de alimentos, minería, embotelladoras, petrolera, de fabricación de hielo y en el tratamiento de aguas residuales (Cenapred, 2003).

¿Quién regula estas actividades?

En México, la regulación de las empresas (nuevas y las que se encuentran en funcionamiento), que realizan actividades altamente riesgosas se fundamenta principalmente en la LGEEPA, que establece la obligación de éstas de presentar un estudio de riesgo ambiental ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat).

El análisis de riesgo ambiental es una herramienta de carácter preventivo que tiene como objetivo identificar las afectaciones a la población y al ambiente, que pueden producirse como consecuencia de un accidente (explosión, incendio, fuga o derrame). Ayuda también a conocer los puntos críticos para controlar y monitorear los riesgos y, a partir de los escenarios modelados, contribuye a la elaboración de un Programa para la Prevención de Accidentes (PPA), cuyo fin es establecer acciones efectivas de respuesta ante una emergencia. El PPA debe ser aprobado por las secretarías Gobernación, de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud y del Trabajo y Prevención Social (DOF, 2018).

Los estudios de riesgo ambiental cumplen un papel muy importante dentro de la planificación urbana, ya que constituyen instrumentos para minimizar y prevenir el riesgo químico-tecnológico debido a la cercanía que pue-





de existir entre actividades de alto riesgo con la población. Cortinas (2014) señala que estos se centran preferentemente en evaluar los efectos a corto plazo en la salud de la población, por ejemplo, intoxicaciones agudas, muertes, lesiones o enfermedades de manifestación inmediata. No obstante, también deben hacerse evaluaciones de riesgo a largo plazo, pues hoy en día se sabe de efectos que tardan años en manifestarse, como es el caso de la exposición a sustancias cancerígenas.

Además de los estudios de riesgo, la LGEEPA establece otras medidas

regulatorias, como: 1) promover la creación de áreas industriales para el establecimiento exclusivo de actividades de alto riesgo (alejadas de los centros de población), 2) la creación de infraestructura, y 3) la operación de acciones para la atención de emergencias. Alberto Maturana (2011) señala que una gestión apropiada de los riesgos es la única garantía para enfrentar el futuro con fundamentos sólidos; de ahí la importancia de realizar estudios de riesgo ambiental precisos y eficaces, que informen y protejan a los seres vivos que son vulnerables ante una situación de riesgo.

Desde 1993, las actividades riesgosas del ámbito federal se caracterizan con base en el Primero y Segundo Listados de Actividades Altamente Riesgosas. Cabe mencionar que desde entonces se ha promovido la publicación de un Reglamento de la LGEEPA en materia de Actividades Altamente Riesgosas, cuya publicación no se ha concretado (Cortinas, 2014).

La generación de empleo mediante el desarrollo industrial y tecnológico que experimentan algunas ciudades resulta en la urbanización acelerada, que las convierte en grandes ejes sociales,

económicos y políticos, pero también en escenarios de riesgos antrópicos, los cuales son ocasionados por actividades humanas y por riesgos de origen natural. Elizabeth Mansilla (2000) establece que estos cambios no han sido acompañados de mejoras en la capacidad de la sociedad para enfrentar el riesgo de las amenazas que aparecen como resultado de asentamientos humanos irregulares y de la desordenada expansión industrial con actividades riesgosas o altamente riesgosas.

Las personas que viven en zonas marginadas, por lo general están en desventaja para enfrentar situaciones de riesgo respecto a la población que habita en áreas que cuentan con la infraestructura, servicios y recursos materiales y humanos para responder a una emergencia (entre ellos hospitales, bomberos, organismos de protección civil, agua o electricidad, etcétera). Otros factores sociales importantes en un accidente químico, por ejemplo, son el nivel de percepción de los peligros y el grado de preparación de las comunidades para actuar (Mansillas, 2000).

Planeación urbana

La ausencia o deficiente planeación del crecimiento urbano y la no definición de zonas adecuadas para el desarrollo de actividades riesgosas, son causas fundamentales de escenarios de riesgo. Los nuevos asentamientos ubicados en zonas de riesgo natural (sísmico, por inundación, deslaves, entre otros) o antrópicos (próximos a empresas de alto riesgo o actividades altamente riesgosas), por lo general se

establecen en las afueras de la ciudad, sin respetar el uso de suelo designado por el gobierno en sus planes de desarrollo urbano y sin considerar la compatibilidad de las instalaciones vecinas.

La Ley General de Asentamientos Humanos en su artículo 35 señala que los municipios deben establecer en los planes o programas de desarrollo urbano la zonificación adecuada de sus centros de población, y contar con zonas controladas y de salvaguarda (donde se prohíban asentamientos humanos) para evitar afectaciones a la población. Lamentablemente, muchos de estos programas son obsoletos y no planean la ubicación adecuada de las actividades riesgosas respecto de los asentamientos humanos, el resultado es un aumento en la vulnerabilidad de las personas.

Marginación

Uno de los factores que más incrementan la vulnerabilidad es la marginación que existe en las áreas urbanas por el crecimiento de asentamientos irregulares, con construcción precaria y situados en las periferias de las ciudades, en terrenos propensos a amenazas naturales y/o antrópicos. Por lo regular, los gobiernos locales se deslindan de proveer a sus habitantes los servicios básicos de agua potable, alcantarillado, educación, salud, seguridad, entre otros, lo que acentúa la fragilidad de estas comunidades.

Cabe señalar que esta situación no significa que los que viven en la ciudad están a salvo de los accidentes químico-tecnológicos, ya que también están expuestos a incendios, explosiones, fugas de pro-

ductos químicos. La falta de información sobre la ubicación de las empresas que realizan actividades riesgosas es un verdadero reto que enfrentan las autoridades en muchas ciudades del país.

Derecho a un medio ambiente sano y seguro

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece en su artículo 4º que: "Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de la Ley". La población, en general, desconoce este derecho y no lo exige.

En este contexto resalta la necesidad de regular las actividades altamente riesgosas por el manejo de sustancias químicas y de residuos peligrosos, debido a las implicaciones que pueden traer eventos como explosiones, fugas, derrames e incendios que afecten la integridad y salud de la población o dañen los recursos naturales.

Las acciones que deben llevarse a cabo para el cumplimiento de este derecho son responsabilidad de todos los actores involucrados en situaciones de riesgo ambiental natural o antrópico, es decir, la población vulnerable ante la ubicación de este tipo de actividades, las autoridades competentes mediante la aplicación correcta de los instrumentos legales y el sector industrial a través de la observancia de estos.

La situación real es que la población vecina a actividades riesgosas desco-

noce por completo su vulnerabilidad, por lo que la mejor herramienta de prevención es la información, la cual permitirá incrementar su participación en la toma de decisiones y al exigir el respeto de sus derechos.

El artículo 6º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece el derecho a la información, incluida la de carácter ambiental, al decir que: "Toda persona tiene derecho al libre acceso a información plural y oportuna, así como a buscar, recibir y difundir información e ideas de toda índole por cualquier medio de expresión", por lo que el Estado debe proporcionarla por cualquier manera que sea solicitada.

Este derecho funciona también como un medio para el ejercicio de otros derechos, o bien como punto sustancial para participar en la toma de decisio-

nes en temas que pueden afectar a la población, tal es el caso de los asuntos ambientales como el manejo de sustancias químicas y residuos peligrosos; al respecto Marisol Anglés (2012) afirma que si la sociedad no tiene acceso a la información de forma veraz, oportuna e imparcial, materialmente se le impide exigir su derecho de un medio ambiente sano y participar de manera corresponsable en la planeación, ejecución, evaluación y vigilancia de la política ambiental.

En el ámbito internacional, diferentes pronunciamientos como las Declaraciones de Estocolmo y de Río, la Agenda 21, los Principios de Acceso (PP10) y La Carta de la Tierra, soportan la importancia de este derecho básico.

Conclusiones

El riesgo ambiental relacionado con las actividades riesgosas es un fenómeno



común en México y en muchas partes del mundo. Las personas más vulnerables a los accidentes que puedan presentarse son vecinas de las empresas que realizan estas actividades y, por lo general, no están informadas de los problemas que esto implica para su seguridad y salud.

Las industrias que realizan actividades riesgosas son necesarias para el desarrollo de bienes y servicios que satisfacen las necesidades de la población; sin embargo, su operación debe estar condicionada a la realización del análisis de carácter preventivo —denominado Estudio de Riesgo Ambiental (ERA)— y a la aprobación de éste por las autoridades involucradas. Los resultados del ERA deben ser una poderosa herramienta en la planeación urbana, para favorecer la ubicación conveniente y la operación segura de estas empresas, salvaguardando la integridad y salud de la población.

La gestión adecuada de actividades altamente riesgosas y el manejo de los productos químicos son temas ambientales que requieren de conocimientos y acciones multidisciplinarias, que se logran con la participación de todos los actores involucrados. Para ello, los autores de este artículo consideramos que:

- a) Las autoridades deben definir la normativa adecuada y vigilar su cumplimiento.
- b) Las empresas deben cumplir con la normativa y, a través de estudios, generar información de calidad que les permitan conocer y mejorar su desempeño ambiental.
- c) La disponibilidad a la información

legal y ambiental permitirá la participación social efectiva.

- d) La información es el elemento básico del que la sociedad debe disponer para conocer la situación de la gestión del riesgo y contribuir a la solución de esta problemática. Una sociedad informada puede exigir su derecho a vivir en un ambiente sano y seguro. **LP**



LUCÍA ARAUJO ALVARADO

Estudió la Licenciatura en Ingeniería Ambiental en la Facultad de Ingeniería de la UASLP. Actualmente brinda asesoría del manejo de sustancias químicas peligrosas a empresas privadas.



Referencias bibliográficas:

- Anglés, M. (2012). *Del Derecho de Acceso a la Información al Acceso a la Información Pública Ambiental en México*. Instituto de Investigaciones Jurídicas, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.
- Cenapred (2003). Identificación de peligros por almacenamiento de sustancias químicas en industrias de alto riesgo en México.
- Cortinas, C. (2014). *El régimen de las actividades Altamente Riesgosas*. Recuperado de: <http://www.cristinacortinas.com>.
- Maturana, A. (2011). Evaluación de riesgos y gestión en desastres. 10 preguntas para la década actual, *Revista Médica Clínica Las Condes*, 22, pp. 545-555. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864011704655>
- Mansilla, E. (2000). *Riesgo y ciudad: La construcción del proceso de riesgo y el paradigma del "desarrollo"*. México: Universidad Autónoma de México.

Recibido: 26.04.2018 | Aceptado: 18.06.2018

Palabras clave: Biomarcador, espectrometría de masas, metabolito, metabolómica y resonancia magnética.

El futuro de la metabolómica en el diagnóstico clínico

ANA KARENINA ROCHA VIGGIANO

nut.anakarenina@gmail.com

MARIANA SALGADO BUSTAMANTE

POSGRADO EN CIENCIAS BIOMÉDICAS BÁSICAS, UASLP

YAMILÉ LÓPEZ HERNÁNDEZ

CÁTEDRA CONACYT, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS

En las últimas décadas hemos sido testigos del importante avance de la ciencia y la medicina, pero sobre todo de las ciencias que ayudan al desarrollo de la medicina moderna. Entre estas ciencias han destacado las llamadas ciencias ómicas, sufijo utilizado para describir el estudio de la totalidad o el conjunto de algo. Por ejemplo, la ge-

nómica, proteómica o transcriptómica, que se refieren al estudio del conjunto de genes, proteínas y ARN mensajero de algún organismo determinado. Por lo tanto, la metabolómica es el estudio de la totalidad o del conjunto de los metabolitos. Antes de seguir, explicaremos con más detalle la importancia del metabolismo y los metabolitos. El



nombre proviene de la unión de *me-* *tabo*, para referirnos a metabolismo o metabolitos y *-ómica*, sufijo de origen griego (*oma, ωμα*) que significa 'conjunto de', aplicado para aquellas disciplinas que involucran el análisis de un gran volumen de datos, como los ejemplos mencionados.

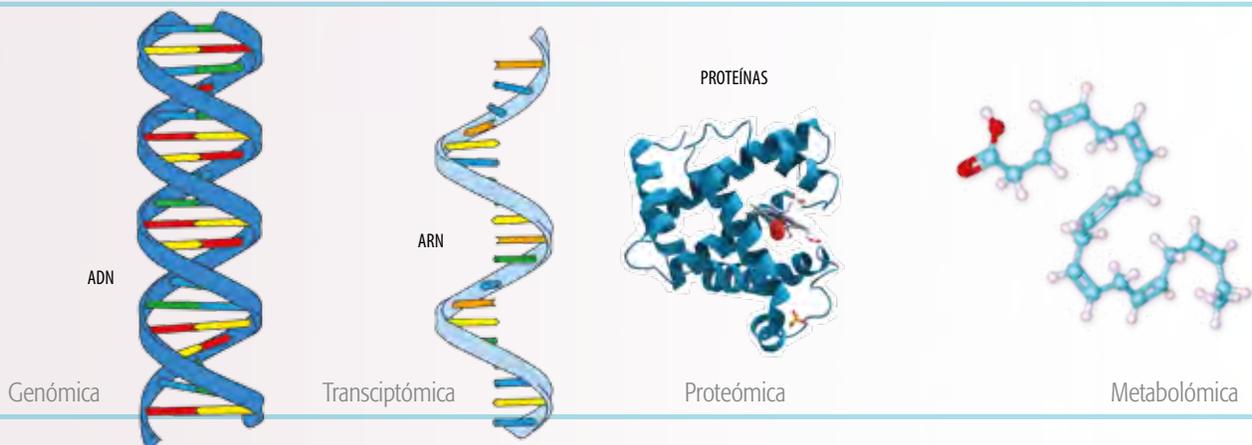
Los metabolitos son moléculas pequeñas y son el resultado de la actividad metabólica de las células, pero ¿qué células? ¡Todas las células! ¡Cualquier célula viva! Llamamos metabolitos a todas las moléculas que se producen durante la respiración celular, las reacciones de oxidación para obtención de energía y, en general, todas aquellas que forman parte de la actividad normal de una célula viva. De acuerdo con la base de datos del metaboloma humano (Human Metabolome Database), hasta ahora se han caracterizado 867 metabolitos y están incluidos en la biblioteca, aunque el total aproximado se calcula en 114 100.

Los metabolitos constituyen la expresión más fidedigna del fenotipo de un individuo, es decir, las características

que podemos ver. Si bien la secuenciación del genoma humano por completo pudo haberse considerado un avance científico importante, no es en él donde se han encontrado las respuestas que se buscaban, debemos considerar que el genoma de los individuos es relativamente poco variable y no puede explicar las diferencias que nos representan, y mucho menos las causas de nuestras enfermedades. Es en el metaboloma donde se representa el perfil integrado del estado biológico de un organismo, pues permite conocer su actividad biológica, la regulación de su funcionamiento y ayuda a su comprensión. La metabolómica podría ser el último de los eslabones en la evolución de las ciencias posgenómicas, pues parece rellenar por completo los huecos en el conocimiento del funcionamiento de un organismo.

La caracterización de los metabolitos en un determinado momento, es decir, cuando se obtiene el metaboloma, es una actividad similar a tomar una fotografía instantánea de todas las rutas metabólicas activas en un tiempo específico y su interrelación, y sería la evidencia de los productos de las vías metabólicas que funcionan en ese momento.

Figura 1. Ciencias ómicas





Por tal razón, la metabolómica se ha convertido en una herramienta muy poderosa para el estudio de enfermedades; inicialmente se estudiaron aquellas que se caracterizan por una alteración en vías metabólicas como diabetes, síndrome metabólico, obesidad, entre otras; sin embargo, rápidamente se han convertido en la mejor opción para estudiar cualquier enfermedad, porque en un sentido menos pragmático, cualquiera de ellas promueve un cambio en la actividad metabólica del organismo, ya que altera la “fotografía” de los metabolitos presentes en ese momento y será diferente al de la persona sana.

La descripción de los metabolitos (metabolómica) ha resultado aún más importante en la búsqueda de posibles blancos moleculares para el diseño de estrategias terapéuticas efectivas (Andrew *et al.*, 2013). Es decir, la fotografía de los metabolitos que se encuentran en ese momento en ese individuo es



Los metabolitos son la expresión más fidedigna de las características de un individuo



una evidencia irrefutable de la vía o vías alteradas debido a la enfermedad, puede conocerse incluso el punto exacto de afectación según los metabolitos presentes o ausentes (que deberían encontrarse si el individuo estuviera sano). De acuerdo con esta fotografía, no sólo se puede conocer el punto y la vía afectada, sino además proponer una solución, al identificar un metabolito en exceso o ausente como parte del diagnóstico y emplear este conocimiento para diseñar algún medicamento que ayude a su eliminación, si se encuentra en exceso, o promover su formación en el caso de no encontrarlo.

El estudio de la metabolómica puede dividirse en dos tipos: dirigida y no dirigida (descriptiva). La primera es la búsqueda de metabolitos específicos, ciertas moléculas que tienen relación con la enfermedad y que han sido previamente reportadas. Este tipo de estudio es utilizado para comprobar algún mecanismo molecular, en particular para demostrar una hipótesis de causa de una enfermedad o algún blanco molecular de un medicamento. En el caso de la metabolómica no dirigida o descriptiva, como su nombre lo indica, se analizan todos los metabolitos presentes en una muestra y se obtiene un perfil que logre caracterizar el tipo de muestra analizado. Hoy en día, este tipo de estudio, se ha enfocado sobre todo en la búsqueda de biomarcadores para el diagnóstico temprano de enfermedades, a partir del perfil de metabolitos que caracteriza una enfermedad en comparación con los individuos sanos, se seleccionan algunos metabolitos que hacen la diferencia entre ambos grupos. El tipo de muestras biológi-

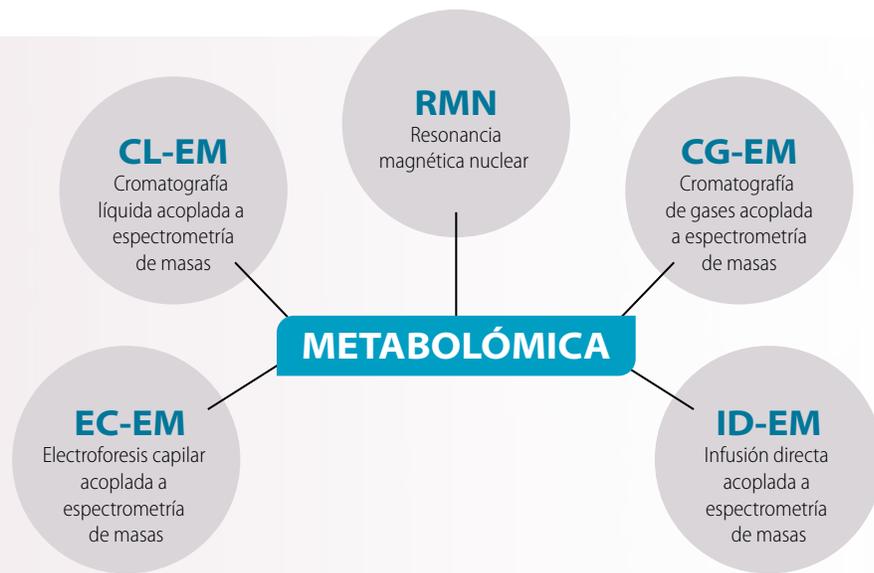


Figura 2: Diferentes estrategias para abordar la metabolómica en dependencia de la clase de compuestos a estudiar.

Las técnicas de laboratorio más empleadas en estudios de metabolómica son:

La espectrometría de masas acoplada a la cromatografía de gases o líquidos

Permite detectar e identificar metabolitos polares y no polares (una molécula es polar cuando uno de sus extremos está cargado positivamente, y el otro de manera negativa. Cuando una molécula es polar, estas cargas no existen), azúcares, líquidos volátiles, metabolitos de gran tamaño y aminoácidos. La ventaja de esta técnica es que es posible recuperar la muestra después de su análisis para estudiarla por otros métodos. La gran desventaja es que se requiere de una cantidad mayor de muestra y la sensibilidad del método es relativamente baja, lo que significa que se detectarán los metabolitos de mayor concentración.



Resonancia magnética

Esta técnica se basa en la separación de iones en función de su masa y carga. Estos se forman por la ionización de una molécula orgánica y en dependencia del tipo de molécula será el tipo de ionización utilizado. En este caso, en contraste con la resonancia magnética nuclear (RMN), la muestra sí se destruye y no puede volver a utilizarse (figura 2).



cas es muy diverso, pueden analizarse células y fluidos biológicos diversos, los más utilizados son: suero o plasma y orina. Una ventaja adicional de esta tecnología es que no se considera inva-

siva y no requiere de una muestra que incomode a los pacientes.

Una vez analizada la muestra biológica mediante espectrometría de masas o

resonancia magnética, el trabajo pesado es analizar la información obtenida; como se comentó en los párrafos anteriores, la metabolómica será como la fotografía instantánea que se obtiene

de los metabolitos que se producen en un determinado momento; sin embargo, esta fotografía abarca muchos compuestos, pueden obtenerse miles de diferente naturaleza química y que habrá que identificar. Para este fin, se requiere de técnicas bioinformáticas y análisis estadísticos complejos, comparación y cotejo en bases de datos públicas, de tal manera que la asignación de la estructura sea inequívoca. En ocasiones, debe utilizarse más de un método para corroborar dicha asignación.

¿Así de fácil?

Probablemente, la metabolómica sea una de las ciencias que más retos enfrenta. Aun cuando el desarrollo tecnológico ha permitido importantes avances en el mejoramiento de las técnicas empleadas, se han creado bases de datos de los metabolitos y sus características, la validación de los ya identificados continúa siendo el "cuello de botella" en la investigación de biomarcadores. Pueden encontrarse reportes con resultados contradictorios en diferentes estudios, lo cual tiene que ver con los diferentes diseños experimentales para abordarlos. Lo anterior es esperado, debido a que es una ciencia relativamente nueva, que ha crecido de forma exponencial y debe trabajarse intensamente en la homogenización de las técnicas y protocolos experimentales, guías para el manejo y conservación adecuada de muestras clínicas, utilización de paquetes estadísticos adecuados, así como el conocimiento profundo de las condiciones ambientales e internas a las que ha estado sometida la persona antes de la obtención de la muestra clínica. Sin duda alguna, del conjunto de todos estos factores dependerá la correcta

identificación del metaboloma con aplicación exitosa a la investigación clínica.

Futuro diagnóstico

Una vez que los procedimientos y técnicas sean estandarizados, estaremos frente a una herramienta muy poderosa para la evaluación del estado de salud del individuo.

Actualmente, acudimos al médico y es común que los estudios que ayudan al diagnóstico sean pruebas químicas sanguíneas y en ocasiones de orina y de heces. Estos análisis proporcionan una visión interna del funcionamiento del organismo del individuo a partir de alguna sospecha clínica. Sin embargo, aún no existen pruebas para todas las enfermedades humanas, algunas de las determinaciones que se realizan en el laboratorio clínico tienen diferentes interpretaciones, esto quiere decir que el resultado puede deberse a diferentes enfermedades.

La metabolómica nos ofrece la oportunidad de observar todos los metabolitos producidos en nuestro organismo en un momento determinado, lo que implica la posibilidad de saber si los asociados a la salud están presentes y si lo están en la cantidad adecuada. La búsqueda de biomarcadores de enfermedades es el principal objetivo.

Hoy en día es una de las técnicas más utilizadas en el campo de la investigación biomédica. La base de datos Human Metabolome Database (HMDB), creada por investigadores de la Universidad de Alberta, Canadá, contiene información de la mayoría de metabolitos en orina y suero humanos,

determinados por diversos métodos. Gracias a un intenso trabajo de investigación y revisión de literatura, se ha podido identificar la estructura y concentración de 4229 metabolitos de suero (Psychogios *et al.*, 2011) y 2651 metabolitos de orina (Bouatra *et al.*, 2013). Con esta información es posible comparar con el perfil determinado de un grupo de estudio. De tal manera, es posible determinar biomarcadores de diagnóstico o pronóstico de una enfermedad.

Los biomarcadores son moléculas que pueden ser medibles y específicas para un estado patológico determinado, por ende, ser utilizadas como indicador de salud o enfermedad. Una vez que se encuentren el o los metabolitos que identifican o caracterizan una enfermedad, pueden desarrollarse métodos más sencillos para su identificación rutinaria como parte de los análisis clínicos que apoyen los diagnósticos de manera sensible y específica, además de emplear fluidos biológicos obtenidos de forma no invasiva.

Una ventaja adicional de la metabolómica en la identificación de biomarcadores, es que no requieren grandes cantidades de muestra, ya que con una mínima cantidad (microlitros) se pueden identificar simultáneamente cientos de metabolitos, de los cuales, mediante análisis bioinformáticos y estadísticos adecuados, podrán seleccionarse algunos como potenciales biomarcadores de enfermedad.

En el Laboratorio de Biología Molecular y Epigenética (a cargo de la doctora Mariana Salgado Bustamante) realizamos

hoy en día estudios de metabolómica en colaboración con el laboratorio de la doctora Yamilé López Hernández de la Universidad Autónoma de Zacatecas y el Hospital Central Dr. Ignacio Morones Prieto, para la búsqueda de biomarcadores en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 y tuberculosis activa. También comenzamos un estudio en mujeres embarazadas para identificar biomarcadores de diabetes gestacional.

La metabolómica es una de las ciencias de mayor relevancia en la actualidad, jugará un papel muy importante en el diagnóstico de enfermedades y la búsqueda de nuevos tratamientos, incluso en el monitoreo de intervenciones nutrimentales y farmacológicas. Por tal motivo, la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, a través del Posgrado en Ciencias Biomédicas Básicas de la Facultad de Medicina, trabaja en el estudio de dichas técnicas con el objetivo de mantenerse a la vanguardia en investigación biomédica a nivel mundial. 

Referencias bibliográficas:

- Andrew, W. S., Junhua, W., Zheng-Jiang, Z., Caroline, H. J., Gary, J. P. y Gary, S. (2013). Liquid Chromatography Quadrupole Time-of-Flight Characterization of Metabolites Guided by the METLIN Database. *Nature Protocols*, 8(3), pp. 451-460. doi:10.1038/nprot.2013.004.
- Psychogios, N., Hau, D. D., Peng, J., Guo, U. C., Mandal, R., Souhaila, B., ... David, S. W. (2011). The Human Serum Metabolome. *Plos One* 6(2): e16957. doi:10.1371/journal.pone.0016957.
- Bouatra, S. A., Farid, A., Mandal, R., Guo, U. C., Wilson, M. R., Knox, R., ... David, S. W. (2013). The Human Urine Metabolome. *Plos One*, 8(9): e73076. doi:10.1371/journal.pone.0073076



ANA KARENINA ROCHA VIGGIANO

Obtuvo la Maestría en Ciencias Biomédicas Básicas en la UASLP. Es profesora investigadora de la Facultad de Medicina de la UASLP en donde trabaja con el proyecto "Metabolómica".



Recibido: 07.02.2018 | Aceptado: 26.05.2018

Palabras clave: Célula excitable, dolor, modelo electrónica, modelo H-H y potencial de acción.

La investigación del dolor clínico en la UASLP

JUAN ALBERTO VÉRTIZ HERNÁNDEZ

vertizalberto@gmail.com

EGRESADO DE LA MAESTRÍA DE CIENCIAS APLICADAS, UASLP

ISAAC CAMPOS CANTÓN

FACULTAD DE CIENCIAS, UASLP

ÁNGEL ANTONIO VÉRTIZ HERNÁNDEZ

COORDINACIÓN ACADEMICA REGIÓN ALTIPLANO, UASLP

En el transcurso de los años se ha estudiado el dolor y se han identificado sus orígenes; éste ha sido tratado por diversas disciplinas, las corrientes filosóficas, la religión y la ciencia; una de estas perspectivas, la religiosa, considera que el dolor es un castigo de los dioses (Cabral, 1993); años más tarde, este concepto religioso y filosófico se consideró arcaico, ya que las investigaciones en la ciencia empezarían a tomar auge y formalidad al momento de explicar los diferentes procesos fisiológicos que resultaron en postulados acerca del dolor.



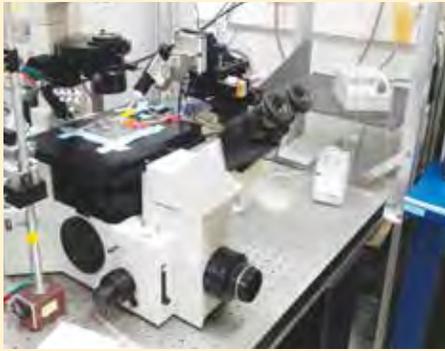


Figura 1. Departamento de Fisiología y Biofísica. Facultad de Medicina, UASLP.



Figura 2. Laboratorio de Ciencias Básicas. Facultad de Estomatología, UASLP.



Figura 3. Laboratorio de Farmacología de Investigación. Facultad de Ciencias Químicas, UASLP.



Existe una gran discusión sobre su origen, ya que algunas corrientes mencionan al corazón como la fuente y otras al cerebro. Estudios mencionan que el cerebro es el órgano principal que dirige todas las actividades eléctricas, ayudado por el sistema nervioso que se divide en: central y periférico (Fernández *et al.*, 1999). Por lo tanto, El dolor es una sensación emocional y sensorial desagradable que afecta a los seres vivos de manera física o emocional (Fernández Santarén, 2006).

Investigación sobre el dolor en la UASLP

Los estudios sobre el dolor se han realizado desde hace varios siglos por diferentes áreas e investigadores. Tal es el caso de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), donde los especialistas desarrollan estudios preclínicos y clínicos para contribuir con una solución. En la Facultad de Medicina (figura 1), el doctor Ulises Meza Villanueva y su grupo de colaboradores, estudian las propiedades biofísicas y fisiológicas de proteínas de la membrana plasmática, denomi-

nados canales iónicos. En particular, están interesados en los mecanismos moleculares que regulan su actividad a nivel de canales iónicos, ya que determinan las propiedades eléctricas de la membrana plasmática, los cuales son responsables de la generación del potencial de membrana en reposo y del disparo de potenciales de acción. Les interesa conocer qué vías de señalización al interior de la célula son capaces de modular (inhibir o estimular) su actividad por medio de fijación de voltaje o *patch-clamp*.

Los grupos de investigación tienden a favorecer el entendimiento de la fisiología del dolor, así como de los posibles tratamientos que a ello se relacione; sin embargo, contar con un modelo electrónico les permitirá tener mayor conocimiento de ello sin la intervención directa en los seres vivos a través de técnicas que pudieran ser invasivas.

El grupo encabezado por el doctor Amaury de Jesús Pozos Guillén de la Facultad de Estomatología (figura 2) se enfoca en la paliación del dolor



Figura 4. Laboratorio de Tecnología y Salud. Coordinación Académica Región Altiplano, UASLP.

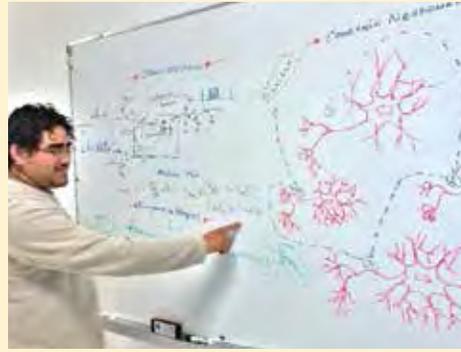


Figura 5. Laboratorio de Circuitos no Lineales. Facultad de Ciencias, Laboratorio de Comunicación. IICO, UASLP.

desde el punto de vista preclínico en modelos animales y clínico, en humanos, asociado al modelo del tercer molar retenido. También, por medio del modelaje isoblográfico (método para conocer la interacción entre fármacos) y pruebas de formalina en roedores, para conocer el dolor agudo se buscan las interacciones farmacológicas entre analgésicos biomédicos para el tratamiento del dolor. Asimismo, en el Laboratorio de Farmacología y Toxicología de la Facultad de Ciencias Químicas (figura 3), la doctora Patricia Aguirre Bañuelos realiza estudios preclínicos en los que trata de analizar y observar los límites soportables de dolor ante un estímulo de origen mecánico, térmico y químico mediante el tratamiento de opioides para el dolor agudo y crónico inflamatorio.

Por su parte, en la Coordinación Académica Región Altiplano (figura 4), algunos profesores investigadores, como el grupo de trabajo del doctor Ángel Antonio Vértiz Hernández, in-

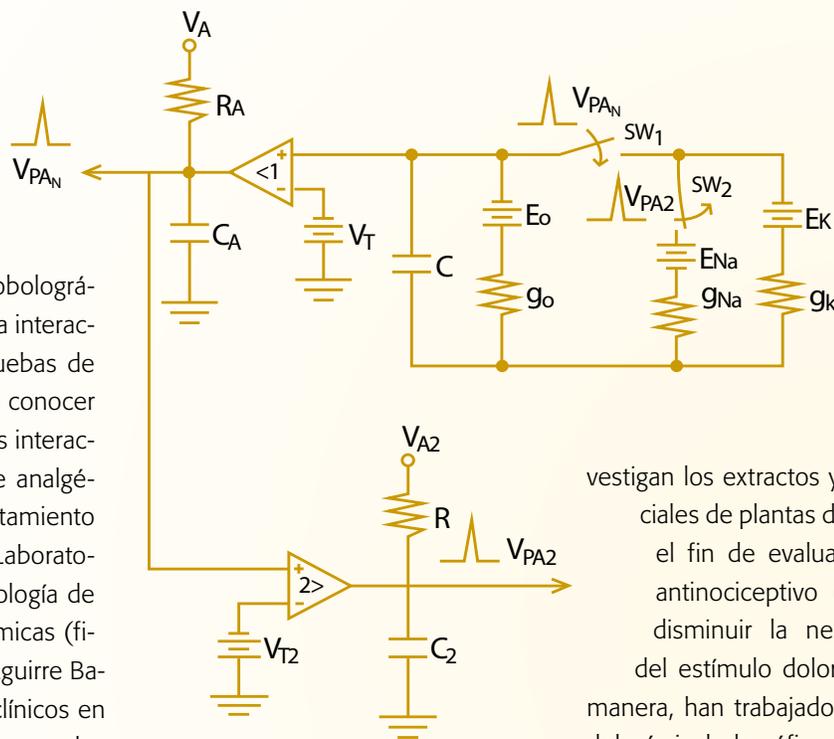


Figura 6. Circuito electrónico de la neurona

vestigian los extractos y aceites esenciales de plantas de la región con el fin de evaluar su potencial antinociceptivo (capacidad de disminuir la neurotransmisión del estímulo doloroso). De igual manera, han trabajado bajo la metodología isoblográfica para encontrar combinaciones de fármacos biomédicos y tradicionales que favorezcan una interacción sinérgica para disminuir el dolor. Este grupo ha documentado que los aceites esenciales de eugenol en el clavo de olor, *Larrea tridentata* (gobernadora) y ajo, funcionan como buenos fármacos naturales en la disminución del dolor de tipo inflamatorio.

Modelo electrónico de una célula excitable

Actualmente, en el Instituto de Investigación en Comunicación Óptica (IICO) (figura 5) el ingeniero Juan Alberto Vértiz Hernández, bajo la asesoría del doctor Isaac Campos Cantón de la Facultad de Ciencias, investiga un modelo matemático para el desarrollo de un circuito electrónico analógico de una célula excitable, enfocado a la simulación de las vías del dolor en humanos, que tiene la capacidad de comunicarse con precisión, rapidez y a distancia con otro tipo de células, ya sean nerviosas, musculares o glandulares. El proyecto tiene como objetivo desarrollar un modelo matemático de una célula excitable y entender el concepto de comunicación celular que permita la simulación de las vías del dolor en los humanos. A partir de esto, es posible crear una célula excitable electrónica capaz de reproducir la conducción de estímulos homólogos a la neurotransmisión (señal que migran de una neurona producida por un estímulo doloroso) y nocicepción del dolor (proceso neuronal mediante el cual se codifican y procesan los estímulos potencialmente dañinos contra los tejidos).

Hasta el momento se ha desarrollado un circuito electrónico que permite simular una señal de una neurona biológica (Campos-Cantón *et al.*, 2014). Campos-Cantón y colaboradores implementan el modelo de la célula neuronal eléctrica basándose en el modelo de Hodgkin y Huxley (H-H) (Lamberti, 2007) que realiza un potencial de acción (PA), y posteriormente establecen el modelo bajo tres condiciones:

cuando ocurre el PA, cuando no ocurre y cuando se genera uno nuevo, así se obtiene el circuito electrónico de la neurona (figura 6 y 7).

A partir de esta neurona electrónica, se plantea modelar e implementar una célula excitable que permita la simulación de la vía ascendente del dolor y, por ende, la sinapsis (comunicación entre neuronas) se hace presente entre células de manera interna en el cuerpo, es elemental en la conducción nerviosa, ya que al contacto del axón de una neurona con otra mediante los neurotransmisores que se difunden por las hendiduras sinápticas se generan los cambios eléctricos, denominados estímulos excitatorios o inhibitorios (Coaquira *et al.*, 2012) permitiendo enviar información dolorosa. Así, la sinapsis química y eléctrica juegan un papel importante en el desarrollo del modelo celular excitable que está desarrollándose en este trabajo, donde se da más énfasis a la sinapsis eléctrica; a la par se trabaja de la mano

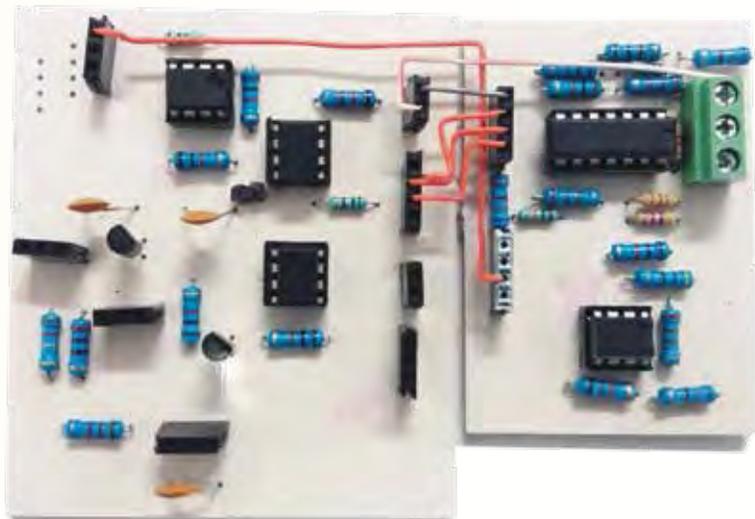


Figura 7. Circuito electrónico de la neurona y Módulo de voltaje

con una de las ramas de la química conocida como electroquímica que estudia la transformación entre las energías eléctrica y química.

Modelo matemático de una célula excitable

Se toma como base el modelo matemático H-H, el cual consiste en la visualización del comportamiento de los componentes moleculares en la generación de los cambios de la absorción y el flujo iónico de la neurona. En este contexto, el modelo propone las ecuaciones para calcular la conductancia (corriente eléctrica) del sodio (g_{Na^+}) y potasio (g_{K^+}). Aunado a lo anterior, el trabajo de Campos-Cantón implementa el circuito electrónico de la célula neuronal bajo el modelado matemático, observando un comportamiento idéntico a la neurona biológica. Bajo estas condiciones se plantea un nuevo conjunto de ecuaciones (o modelo matemático) que describan el comportamiento de la célula excitable que se propone, en la cual se añaden dos elementos químicos, calcio (Ca^{2+}) y cloro (Cl^-). Estos dos últimos elementos en conjunto con sodio (Na^+) y potasio (K^+) son esenciales y pueden encontrarse en una célula real. La finalidad del modelado es obtener los valores equivalentes de cada una de las capacitancias (propiedad que tienen los cuerpos para mantener una carga eléctrica. Se utiliza como una medida de la cantidad de energía eléctrica almacenada para una diferencia de potencial eléctrico dada) y conductancias, en el circuito eléctrico, que equivaldrían a los iones de una célula real.

Primeramente, se calcula el potencial de inversión, el cual permite conocer el potencial al que se activa cada ion, así se genera un movimiento de entrada y salida del ion en la membrana celular. Con el gradiente de concentración de cada ion, tanto al interior como al exterior de la célula neuronal, se aplica la ecuación de Nerst (ecuación 1, donde E_x es el potencial de Nerst o potencial de equilibrio dado en milivoltios (mV), X_0 se refiere a la concentración del ion de cada elemento químico al exterior de la célula, mientras que X_i hace referencia a la concentración del ion de cada elemento químico al interior de la membrana celular y Z es la valencia del ion. Donde el valor para el ion del Na^+ y K^+ es de +1, mientras que para el Cl^- es de -1 y para el Ca^{2+} es de +2) para obtener el potencial de activación de cada una de las moléculas en el modelo de la célula excitable electrónica permitiendo conocer el umbral de voltaje de operación de la célula excitable.

$$\frac{dV_n}{dt} = \frac{1}{C_n} \left(\sum_i I_i \right)$$

Se calcula el resultado, para el elemento químico del Na^+ se obtiene un potencial de 66 mV, mientras que para el K^+ se obtiene uno de -90 mV. Por su parte, para el Ca^{2+} se calcula un potencia a 134 mV y para el Cl^- uno de -69 mv. Dichos valores permiten visualizar el potencial de acción de la célula excitable electrónica. Con estos valores es posible realizar el cálculo matemático de la conductancia eléctrica dado en mili-siemens (mS).



**JUAN ALBERTO
VÉRTIZ
HERNÁNDEZ**

Estudió la Maestría en Ciencias Aplicadas del Instituto en Comunicación Óptica de la UASLP. Actualmente trabaja en el proyecto "Validación del modelo de célula excitable electrónica con el modelo biológico del dolor".



Los valores correspondientes a la conductancia del estado basal (g_0) es de 0.3 mS, para el calcio ($g_{Ca^{2+}}$) es de 7.46 mS, la del estado de sodio (g_{Na^+}) es de 120 mS, para el potasio (g_{K^+}) es de 36 mS y para el cloro (g_{Cl^-}) corresponde conductancia de 5.79 mS. Estos valores se obtienen aplicando la ecuación 2, la cual indica que se genera un cambio de voltaje con respecto al tiempo y que éste va a ser una constante por la sumatoria de las corrientes de la célula excitable.

$$E_x = \frac{61}{z} \log \left[\frac{X_o}{X_i} \right]$$

En la tabla 1 se pueden ver los potenciales aplicados para las fuentes del circuito y las conductancias a utilizarse en el Circuito de la célula excitable. Cada valor es para cada estado de la célula excitable electrónica: estado Basal, así como para cada estado de los iones calcio, sodio, potasio y cloro.

Dentro del área matemática pueden desarrollarse diferentes modelos para crear la función de una célula excitable (neurona) y partiendo del modelo desarrollado es posible diseñar el circuito electrónico de la célula excitable que lo simula. Debido a que se manejan potencias, corrientes, capacitancias

y conductancias, puede decirse que existen sus equivalentes analógicos en circuitos eléctricos.

Conclusión

Actualmente, la investigación fisiológica de las células excitables y la anatomía de las mismas permitieron realizar los cálculos de las conductancias y capacitancias para modelar matemática y físicamente el modelo de la célula excitable y el circuito a implementarse.

De esta forma, la investigación del dolor en la UASLP ha favorecido la integración de grupos de investigación en el área, ha logrado avances importantes en su tratamiento y conocimiento, asimismo, con este trabajo se proyecta tener una herramienta que proporcione información preliminar a los modelos biológicos, permitiendo tener un abordaje más específico e integral del estudio del dolor. **UP**

Fuentes		Conductancias	
E_0	-70 mV	g_0	0.3 mS
$E_{Ca^{2+}}$	134 mV	$g_{Ca^{2+}}$	7.46 mS
E_{Na^+}	66 mV	g_{Na^+}	120 mS
E_{K^+}	-90 mV	g_{K^+}	36 mS
E_{Cl^-}	-69 mV	g_{Cl^-}	5.79 mS

Tabla 1. Valores de las capacitancias y conductancias del circuito de la célula excitable.

Referencias bibliográficas:

Campos Cantón, I., Rangel López, A., Martel Gallegos, G., Zarazúa, S. y Vértiz Hernández, A. (2014). An Experimental Electronic Model for a Neuronal Cell. *IOPscience. European Journal of Physics*, 35(3).

Fernández, T. B., Márquez, E. C. y de las Mulas, B. M. (1999). Dolor y enfermedad: Evolución histórica. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, pp. 368-379.

Fernández Santarén, J., García Barreno, P. y Sánchez Ron, J. (2006). *Santiago Ramón y Cajal. Un siglo después del Premio Nobel*. Argentina: El Viso.

Lamberti, P. y Rodríguez, V. (2007). Desarrollo del modelo matemático de Hodgkin y Huxley en neurociencias. *Electroneurobiología*, 15(4), pp. 31-60.

Coaquira Peláez, S., Condori Quispe, A. y Fuentes de la Barra, P. (2012). Neurofisiología de la Conducción Nerviosa. *Revista Actualización Clínica*, 27. pp. 1301-1306.

Recibido: 05.03.2018 | Aceptado: 18.06.2018

Palabras clave: Frases idiomáticas, lingüística cognitiva, metáforas, prototipos y zoomorfismos.

Entre animales te veas: el reino animal como fuente metafórica



BLANCA ELENA SANZ MARTIN
blancasanz27@hotmail.com

¿Te ofendería si te dijeran burro(a) o cochino(a)? ¿Una mujer se sentiría halagada si le dijeran que tiene cintura de avispa? En la lengua suelen emplearse múltiples metáforas cuyo origen se halla en el reino animal, de manera que hablamos, por ejemplo, del burro de planchar, las patas de gallo del rostro, la cola de caballo, los caballos de fuerza de un motor. En los estudios especializados en el campo de la lingüística, a este tipo de expresiones se les llama

zoomorfismos, que se caracterizan por contener sustantivos que hacen referencia a un animal.

El campo de los zoomorfismos es muy variado. Suelen emplearse con mucha frecuencia para describir cualidades humanas, por lo que un ser humano puede ser comparado con una gran variedad de animales: un burro, un perro, un gato, un cerdo, una rata, una víbora, etcétera. Lo anterior se debe a

que mucho del comportamiento humano se compara con el de los animales, puesto que son los más próximos para definirnos a nosotros mismos (Kövecses, 2002).

Asimismo, los zoomorfismos constituyen una parte importante de las expresiones idiomáticas (estructuras fijas que adquieren un nuevo sentido, no son la suma de sus componentes, sino una transformación de las mismas) (Ruiz Gurillo, 1998, p. 19), algunos ejemplos son: tener monos en la cara, trabajar como burro, pelear como perros y gatos, aburrirse como ostra, ¿qué bicho te picó?, etcétera.

Además de las expresiones idiomáticas, los zoomorfismos son muy comunes en los refranes, como “al mejor cazador se le va una liebre”, “a caballo regalado no se le ve el colmillo”, camarón que se duerme, se lo lleva la corriente”, “quien con lobos anda a aullar se enseña”, “con dinero baila el perro”, “de noche todos los gatos son pardos”, “perro que ladra no muerde”, “cría cuervos y te sacarán los ojos”, “más vale pájaro en mano que un ciento volando”, entre otros.

De lo dicho hasta ahora, quizá te preguntes ¿por qué los sustantivos que designan animales son tan prolíficos en la lengua? La respuesta a esta pregunta tiene que ver con la noción de categorización, que es uno de los conceptos medulares de la lingüística cognitiva (estudio interdisciplinario entre la lingüísti-

ca y la psicología cognitiva). De acuerdo con Croft y Cruse (2004), el proceso de categorizar implica “la aprehensión de una determinada entidad individual o de algún aspecto concreto de la experiencia en tanto que caso particular de otra cosa, que se concibe de un modo más abstracto y que abarca, asimismo, otras instanciaciones reales o potenciales” (p. 107). Por ejemplo, quien observa un animal cuadrúpedo que ladra y mueve la cola en señal de alegría, lo conceptualiza como un individuo de la especie perro. De esta manera, categorizamos las entidades del mundo que nos rodean y a nosotros mismos; por lo tanto, la categorización es un proceso cognitivo básico.

Ahora bien, solemos distinguir la categoría ser humano con respecto a las demás entidades del mundo. De acuerdo con Lakoff y Turner (1989), esta categorización implica una jerarquía de la existencia donde el ser humano ocupa el lugar más alto, al que le siguen, en este orden, los animales, las plantas, los objetos y las cosas naturales. Por lo anterior, el referente animal es el más próximo para definirnos a nosotros mismos, lo cual explica el hecho de que las metáforas zoomorfas sean un recurso sumamente productivo para describir cualidades humanas. Por ello, este tipo de metáforas son muy comunes, no sólo en español, sino en otras lenguas de todo el mundo.

No todos los sustantivos que designan animales se emplean metafóricamente y dentro del repertorio de aquellos que sí lo hacen, no



todos presentan la misma frecuencia. ¿Cuántas veces has escuchado expresiones idiomáticas con perro, gato o caballo? En cambio, ¿lo mismo ocurre con foca, tucán u ornitorrinco? En los estudios especializados sobre el tema, se ha señalado que los animales domésticos conforman un mayor número de modismos, entre los cuales sobresalen los animales de compañía mamíferos cuadrúpedos y las aves de corral (Nazárenko e Iñesta Mena, 1998); por ejemplo: ponerse como gato boca arriba y ser un gallina. Sin embargo, hay otros animales que también tienen cabida en los zoomorfismos: mamíferos de naturaleza salvaje (meterse en la boca del lobo), anfibios (echar sapos y culebras), reptiles (a paso de tortuga) e insectos (por si las moscas).

¿Entonces de qué depende que haya unos animales más susceptibles a aparecer como zoomorfismos? La respuesta a esta interrogante podemos hallarla en otro de los conceptos fundamentales de la lingüística cognitiva: el prototipo. Este concepto está íntimamente relacionado con el de categoría. El planteamiento teórico de este modelo consiste en que las categorías se consideran continuas y difusas (Rosch, 1975, 1978; Coleman y Kay, 1981) y que el prototipo de una clase es el miembro que mejor la representa, en razón de que es más accesible cognitivamente. Por ejemplo, un prototipo de la categoría ave podría ser el gorrión, es decir, estaría en el centro de la categoría, mientras que el pingüino, al carecer de la facultad de volar, se encuentra en una zona periférica de la categoría y no es buen representante de la misma.

Ahora bien, si pensamos en la clase de los animales, el perro y el gato pueden ser los mejores representantes de esta categoría, porque suelen ser las mascotas por excelencia, de manera que forman parte de nuestras experiencias físicas y culturales (Sanz Martín, 2012, p. 26) y eso hace que sean cognitivamente más accesibles.

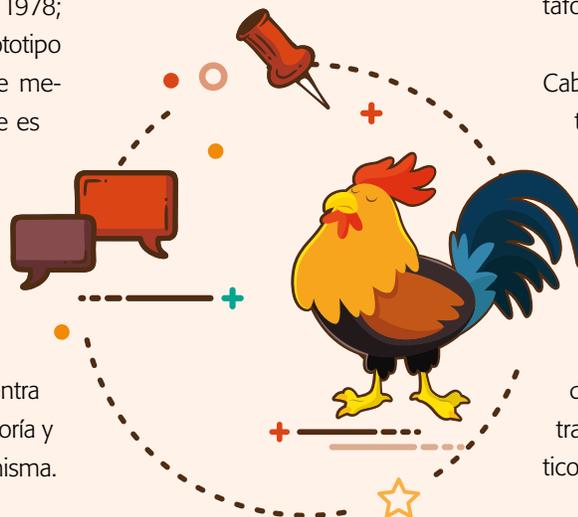
El carácter prototípico de un animal repercute a nivel lingüístico. Pensemos, por ejemplo, en todos los significados asociados con la palabra perro, pues además de 'mamífero doméstico', como adjetivo, puede aludir a la bravura o la tenacidad, o incluso, a una persona muy estricta. Además, esta palabra forma parte de múltiples modismos y refranes, por ejemplo: "a otro perro con ese hueso", "atar los perros con longaniza", "echar los perros", "como perros y gatos", "perro que ladra no muerde", etcétera.

Ahora bien, el carácter prototípico de uno u otro animal se relaciona con una dimensión cultural. En nuestra cultura, como hemos visto, el perro es un animal prototípico, mientras que en el mundo árabe lo es el camello, lo que también tiene un reflejo en la lengua:

en el árabe iraquí la palabra *yamal* (camello) se ha documentado en más de 50 refranes (Mehdi, 2005, p. 169). La gran versatilidad de esta palabra refleja la importancia de los camellos en el contexto sociocultural iraquí, pues desde tiempos remotos se han utilizado como medio de transporte y animal de carga, además de que también se aprovecha su piel, leche y carne. Lo anterior pasa en toda cultura en general, ya que los animales que por uno u otro motivo se encuentran más cercanos a una determinada sociedad son los que en mayor medida se utilizan con más frecuencia entre los hablantes.

Pero, ¿de dónde provienen las metáforas con animales? Uno de los postulados de lingüística cognitiva consiste en que la metáfora no se reduce al lenguaje literario, sino que impregna la vida cotidiana. La metáfora se estructura a partir de la proyección de un dominio fuente a un dominio meta. Así, en una expresión como Juan es un cochino, hay una proyección del dominio animal (fuente) al dominio humano (meta). De esta forma, le atribuimos las características de un animal a un ser humano, lo que es un proceso metafórico sumamente frecuente.

Cabe señalar que las proyecciones metafóricas entre dominios son asimétricas y parciales, es decir, sólo se proyectan ciertos rasgos del dominio fuente a la meta. Así, en una metáfora como Juan es un cochino únicamente se activa o filtra el valor semántico de suciedad, dejando de lado que se trata de un animal mamífero, doméstico, omnívoro, con pezuñas, etcétera.





**BLANCA ELENA
SANZ MARTIN**

Doctora en Lingüística por la UNAM. Es profesora investigadora en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, en donde trabaja en el proyecto "Contenido léxico, estructura argumental y realización sintáctica del verbo ver".



Las proyecciones metafóricas del dominio animal hacia el humano nos permiten describir las cualidades físicas de una persona. Así, por ejemplo, para hablar de los atributos físicos de alguien podemos decir que tiene panza de ballena, ojos de sapo, dientes de conejo, cara de chango... Desde luego, habrá metáforas más favorables que otras.

Pero, además de las cualidades físicas, las metáforas zoomorfas nos permiten describir los atributos morales de una persona, a partir de la caracterización del comportamiento humano en términos del comportamiento animal. Por ejemplo, asociamos al cerdo con la suciedad, puesto que se revuelca en el lodo, de manera que a una persona sucia la vinculamos con tal animal; y no sólo eso, la suciedad física se puede extender a la suciedad moral, al grado de que la palabra cerdo puede referirse a un individuo corrupto o ruin.

Existe una tendencia cultural a asociar tipos específicos de rasgos morales a ciertos animales. Lakoff y Turner (1989, pp. 193-194) identifican los siguientes atributos de los animales: los cerdos son sucios, desordenados y groseros; los leones son valientes y nobles; los zorros son inteligentes; los perros son leales, fiables y dependientes; los gatos son caprichosos e independientes; los lobos son crueles y asesinos; los gorilas son agresivos y violentos; los burros son tontos y las víboras son crueles e insidiosas.

Ahora bien, en términos objetivos, es decir, más allá de las metáforas de la lengua, estas características son propiamente humanas y no son rasgos que

caractericen a estos animales. Para ilustrar lo anterior, pensemos en la crueldad atribuida a las víboras, la cual proviene del daño que causa su letal veneno; sin embargo, éste es simplemente un mecanismo de supervivencia de la especie. Otro ejemplo es la lealtad que le atribuimos a los perros, la cual proviene del hecho de que son animales sumamente domesticados y de manada; pero la lealtad humana requiere un juicio moral reflexivo, lo que no sucede en estricto sentido con los perros.

La atribución de características humanas (personificación) a los animales cobra sentido si tomamos nuevamente en cuenta el concepto de categorización: puesto que los animales pertenecen a la categoría más próxima al ser humano, les atribuimos características propias de nuestra especie.

En suma, los sustantivos que designan animales conforman una gran parte del repertorio metafórico de la lengua. Dentro de estas metáforas elaboradas a partir del reino animal, son sumamente frecuentes aquellas que expresan cualidades humanas, ya sean físicas o morales. Así que, dime cómo eres y te diré qué animal eres. 

Referencias bibliográficas:

- Croft, W. y Cruse, D. A. (2004). *Cognitive linguistics*. Cambridge: Cambridge University Press. Versión española: *Lingüística cognitiva*. Madrid: Akal, 2008.
- Lakoff, G. y Turner, M. (1989). *More than Cool Reason: Field Guide to Poetic Metaphor*. Chicago: Chicago University Press.
- Mehdi, R. (2005). El dromedario como símbolo cultural en la paremiología iraquí. *Language Design*, 7, pp. 167-184.
- Nazárenko, L. e Iñesta Mena, E.M. (1998). Zoomorfismos fraseológicos. En J. de D. Luque Durán y A. Pamies Beltrán (eds.): *Léxico y fraseología*, Granada: Método, pp. 101-109.
- Rosch, E. (1975). Cognitive representations of semantic categories. *Journal of Experimental Psychology*, 104, pp. 192-233.



El ahora y el futuro de la impresión 3D



La impresión 3D es otra de las tecnologías pilares en la revolución industrial 4.0. Su rango de aplicaciones va desde piezas mecánicas, prototipos y moldes hasta prótesis e incluso órganos artificiales. La base de la impresión 3D es la llamada fabricación aditiva, donde las piezas se crean por medio de la superposición de capas sucesivas de un material (plástico, polímero, metal, cera, etcétera) hasta completar el diseño. Este proceso puede pensarse como la fusión o unión de cortes transversales, los cuales son generados por medio del diseño digital 3D de la pieza en una computadora, que puede realizarse mediante el software denominado computer aided design (CAD) o por un escáner 3D que digitaliza una pieza física.

El auge de la impresión 3D está relacionado principalmente con tres elementos que han evolucionado: *a)* la velocidad de operación, *b)* la calidad de los productos resultan-

tes y *c)* los materiales de uso.

Esta tecnología permitirá cambiar la filosofía de operación en las compañías, de manera que en un futuro las fábricas se encontrarán cerca de los nichos de mercado, donde la producción se generará en función de las solicitudes personalizadas de los clientes. Las líneas de fabricación se reorganizarán y reconfigurarán con base en las solicitudes, y las piezas o componentes se generarán a la medida por medio de impresión 3D. Algunos ejemplos de industrias que actualmente emplean esta tecnología son: la automotriz, la



aeroespacial y la aeronáutica, el vestido y el calzado, la construcción y el diseño industrial, el arte y la joyería, la ingeniería biomédica, entre otras.

Enseguida quiero enfatizar la aplicación de la impresión 3D en el área biomédica. Éste ya no es un tema futurista, sino una realidad que permite personalizar el tratamiento y opciones médicas para el paciente; por ejemplo, un implante dental o una prótesis podrán desarrollarse considerando la anatomía particular de la persona y personalizando sus propiedades físicas y estructurales de forma rápida y precisa. Otra aplicación de esta tecnología en el área biomédica es la posibilidad de aminorar la crisis de órganos disponibles para un trasplante.

En este contexto, toma mayor relevancia la aplicación de la impresión 3D en la ingeniería de tejidos y el desarrollo de órganos artificiales; la cual podrá realizarse considerando la información de escaneos tridimensionales del paciente, por ejemplo, mediante tomografías o resonancias magnéticas o por muestras del tejido del paciente para asegurar la biocompatibilidad. Esto será un área de desarrollo tecnológico y de investigación, la cual naturalmente contempla una perspectiva multidisciplinaria.

En las aplicaciones de la impresión 3D en la ingeniería biomédica, el aspecto ético es particularmente relevante. Entre los temas actuales en discusión se encuentra el acceso igualitario a esta tecnología, la seguridad y los riesgos en su uso y la posibilidad de aumentar las capacidades del ser humano. Si bien esta tecnología generará



una gama de soluciones médicas personalizadas según el paciente, en las etapas tempranas de este nuevo paradigma, su uso será restrictivo por el costo financiero que requerirá. Sin embargo, con el avance y la depuración de esta tecnología, su aplicación a la población será paulatinamente más común y generalizada.

Otro aspecto es la necesidad de garantizar que los materiales utilizados en los órganos artificiales sean biocompatibles, así como informar de manera oportuna a los pacientes los posibles riesgos. Finalmente, se debe reflexionar sobre las implicaciones de generar órganos que extiendan las capacidades de las personas fuera de los límites comunes de fuerza, velocidad y resistencia de un ser humano. Todos estos aspectos éticos deberán ser tratados de forma multidisciplinaria para conjugar diferentes puntos de vista, y así definir políticas públicas para la aplicación de esta tecnología. La impresión 3D es ya una realidad, pero el desarrollo de aplicaciones es un tema actual de investigación en el que el potencial beneficio para el ser humano es enorme, de ahí su importancia en la revolución industrial 4.0. 





Miguel Ángel Tiscareño Iracheta

ALEJANDRA CARLOS PACHECO

Una de las carreras con mayor tradición en México es la de agronomía, ya que es una de las actividades con mayor producción, empleo y base de desarrollo para el país. El papel del agrónomo es de vital importancia, debido a que la calidad en la producción y los procesos de productos agrícolas se deben a él. Muchas personalidades han pasado por la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UASLP, y sin duda uno de sus protagonistas es el maestro Miguel Ángel Tiscareño Iracheta.

Nacido en septiembre de 1958 en la ciudad de San Luis Potosí, se crió en una familia tradicional. Su padre fue profesor de primaria y su mamá se hizo cargo de los 11 hijos que tuvieron; su padre falleció cuando apenas tenía 15 años, por lo que aprendió a hacerse responsable en todos los ámbitos para apoyar a su familia.

Desde pequeño se interesó por la ganadería y la agronomía, su familia materna provenía de Villa de Arista y el contacto con la naturaleza era latente. Por ello, en 1976 ingresó a la entonces Escuela de Agronomía de esta casa de estudios a la carrera de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista.

Al terminar los estudios, el entonces director de la Facultad, ingeniero Carlos Valdez, lo invitó a que formara parte de la planta docente, pero eligió otro camino y comenzó a laborar en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas —llamado ahora INIFAP—, con una duración de seis meses en Campeche y seis meses en Chetumal; después regresó a San Luis Potosí.

Mientras tanto, en 1982 la Facultad había adquirido un rancho al que llamaron Las Delicias, su propósito era que las nuevas generaciones se relacionaran más con su ámbito de estudio, para la siembra, cosecha y venta de

productos, por lo que se desempeñó como encargado durante cinco años. En ese tiempo hubo una gran producción, y lo cosechado se vendía en espacios concurridos como el Edificio Central. “El trabajo de campo es pesado, quienes se dedican a esto tienen que madrugar y en ocasiones acaban muy noche, pero cuando uno hace lo que le gusta se le facilitan mucho las cosas, y en esta profesión es muy importante que aparte de lo teórico, se sepa muy bien las labores del campo”.

Posteriormente, obtuvo la categoría de profesor de tiempo completo y ofreció asesoría a una empresa extranjera, y aunque en 1992 cerraron el rancho, se planteó realizar las mismas actividades que allí se hacían dentro de la Facultad, así los estudiantes saldrían mejor preparados.

Se le nombró jefe de producción del campo y a la par realizó sus estudios de Maestría en Ciencias Agropecuarias con énfasis en Manejo Fitosanitario en 1996, en la misma Facultad y en convenio con el Colegio de Postgraduados. Él fue consejero maestro para dos periodos; después, el destino, sus conocimientos y pasión por el campo lo llevaron a que fuera elegido como director de la Facultad en 2004.

Uno de los mayores retos en su nuevo puesto fue captar el interés de los jóvenes por las

carreras que se ofrecían, además de reestructurar la maestría y crear el doctorado. En ese año se presentó la reestructuración curricular de Zootecnia, Fitotecnia y Agroecología. En 2005 se solicitó la acreditación de estos programas por cinco años; en 2006 se reestructuró la maestría y entró al Padrón Nacional de Posgrados de Calidad del Conacyt y en 2007 se reestructuró todo el posgrado.

En su segundo periodo como director —cuatro años después— se planteó crear la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, que en 2011 se hizo realidad; un año antes, las necesidades de la sociedad lo llevaron a crear la carrera de Ingeniería Agronómica en Producción de Invernaderos y en 2012 se creó la carrera de Ingeniero Agrónomo en Recursos Forestales.

En 2012, al retirarse de su cargo como director, logró lo que desde un principio se prometió: aumentar la matrícula de la Facultad, que ocho años antes contaba con 232 alumnos, y para 2012 estaban inscritos 750 estudiantes.

Disfrutando ya de su retiro profesional, la Universidad y el Consejo Directivo Universitario de la UASLP lo reconocieron por su gran trayectoria, compromiso y por impulsar a nuevas generaciones en las distintas carreras de la Facultad, nombrándolo profesor emérito el 24 de abril de 2018. **UP**

APUNTES

■ Disfruta realizar carnes asadas con sus familiares y amigos.



■ Colecciona antigüedades.



■ Le gusta ir a otros estados y probar sus platillos típicos.





UASLP y UTSA prueban detección de cáncer de mama mediante saliva

La Universidad de Texas en San Antonio (UTSA), Estados Unidos de América (EUA), y la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), a través de la Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología (CIACYT) tienen lista una prueba basada en nanotecnología y la técnica de espectroscopia Raman para detectar de manera temprana el cáncer de mama a través de estudios de saliva, con sus respectivas patentes a punto de ser aprobadas.

Será una prueba que tiene el potencial de desplazar a las mamografías que usan radiación de rayos X, estudio que es invasivo, costoso y que tras practicarse en varias ocasiones aumenta el riesgo de padecer cáncer, por los altos niveles de radiación que recibe el cuerpo, según dieron a conocer los doctores Miguel José Yacamán y Hugo Navarro, coordinadores de la investigación por la UTSA y la UASLP, respectivamente.

El investigador mexicano en la Universidad de Texas aseguró que la prueba, luego de varias validaciones y procesos, pretende ser lanzada al mismo tiempo en EUA y México, pues el cáncer de mama es la principal causa de muerte en mujeres, por lo que tras concluir los trabajos se lanzará a la venta a través de una *spin off* creada por ambas universidades para comercializar esta tecnología.

El doctor Yacamán agregó que esta prueba surge de que casi la mitad de las mujeres tie-

nen tejido denso de pecho, que impide a la mamografía detectar tumores y provoca que la detección se dé sólo cuando la enfermedad está muy avanzada.

La prueba de detección de cáncer de mama a través de saliva está en el proceso de solicitar el lanzamiento de la prueba. El equipo de trabajo está compuesto por 20 personas: ocho de México y 12 de EUA. En México coordina el proyecto el doctor Hugo Navarro Contreras; los aspectos clínicos los dirige y supervisa el doctor José Zermeño Nava, jefe del Posgrado en Ginecología de la UASLP y del Hospital Central Dr. Ignacio Morones Prieto.

Los científicos de ambos países han trabajado con cerca de 300 pacientes, la Administración de Alimentos y Medicamentos de EUA (FDA, por sus siglas en inglés) solicita una muestra de 500 pacientes para validar la prueba. Las pruebas en pacientes requieren de tres parámetros de impacto para ser avaladas: sensibilidad, especificidad y reproducibilidad, en todos estos rangos los números están por encima de 80 por ciento de efectividad.

Para la comercialización de la prueba de saliva para la detección de cáncer de mama, se buscarán opciones que beneficien a ambas instituciones. Actualmente el proyecto se encuentra en validación y se espera que pueda lanzarse en octubre de 2019, en el marco del Día Internacional de Cáncer de Mama. 



Nuevo edificio de la Escuela de Arquitectura

ALEJANDRO ESPERICUETA BRAVO

Archivo Fotográfico del Departamento
de Comunicación Social
Colección digital
José de Jesús Sánchez Rodríguez

Tres pisos de concreto colado, cinco aulas, ocho talleres, una biblioteca, una sala para maestros, un área administrativa y sanitarios, fueron los espacios creados para la nueva Escuela de Arquitectura, debido a la demanda estudiantil que crecía de manera exponencial.

El año de 1976 es la fecha en que se planeó y empezó a construir dicho edificio, que si bien no era suficiente para lo requerido en el momento, ni a la visión de los arquitectos consolidados, se inauguró en el mes de septiembre por el entonces presidente Luis Echeverría Álvarez. El Honorable Consejo Directivo Universitario dio la existencia legal a la Escuela de Ar-

quitectura el 25 de abril de 1977, representada entonces por el director, arquitecto Francisco Marroquín Torres.

Pasaron cinco años desde que en 1972 se fundó la carrera de Arquitectura, anexada a la Escuela de Ingeniería hasta la creación de la Escuela de Arquitectura en 1977, cuando comenzó la consolidación de la entidad académica que traería nuevas expectativas a los profesionales de la arquitectura, la edificación, el diseño industrial y el diseño gráfico. 

Bibliografía:

Palau, M. T. (2000). *Facultad del Hábitat. Historia y perspectivas*. México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Orquídeas de San Luis Potosí. Catálogo de especies

ALBA JAZMÍN FLORES ESTRADA
jazmin.flores@uaslp.mx
DIRECCIÓN DE PUBLICACIONES Y FOMENTO EDITORIAL, UASLP

Cada ser cuenta. Cada ser juega un papel. Cada ser hace la diferencia.

Jane Goodall

El estado de San Luis Potosí ha sido privilegiado con una diversa gama de ecosistemas, paisajes asombrosos que van desde los matorrales semi-desérticos y la riqueza de los bosques hasta llegar a parajes tropicales. Enumerar la gran cantidad de componentes de cada uno resultaría una tarea infinita, si se hiciera de manera exhaustiva.

Por esta razón es viable elegir un segmento representativo de estudio, observar a detalle un área potencialmente rica en matices. Esta es la labor continua que se plantean los investigadores de nuestra Universidad, al generar investigación que fomente la cada vez más urgente necesidad de conservar el patrimonio natural, que clama porque notemos “el papel que juega”, como lo apunta atinadamente en su frase la naturalista Jane Goodall.

El libro que nos ocupa fue publicado en 2017, gracias a la valiosa asesoría del doctor Javier Fortanelli Martínez, destacado catedrático que acertó en reunir a la maestra en ciencias Tania

Ramírez y a la bióloga Claudia Alfaro, en aquel entonces tesisistas, invitándolas a trabajar sobre una zona específica en la sierra de Xilitla, municipio también visitado en 1945 por el inglés sir Edward James para fundar su castillo surrealista, por lo que es mundialmente conocido este municipio huasteco.

El transcurso de su exploración botánica fue sin duda interesante, pues registraron 45 especies de orquídeas, lo que representa casi un tercio de la totalidad de especies del género registradas para el estado. Bellas y exóticas integrantes del reino vegetal, han sido buscadas y a menudo comercializadas por su belleza, ignorando que son indicadores del clima y que forman parte esencial del hábitat del que son extraídas frecuentemente.

El presente catálogo saca a la luz el resultado de tiempo, esfuerzo e intención invertidos en el área nombrada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales como Región Prioritaria para la Conservación e integrante del Corredor Ecológico de la Sierra Madre Oriental (CESMO). Hablar de este compendio implica mencionar largas caminatas acompañadas por guías de



las comunidades aledañas, realizar un trabajo de recolecta botánica, tomar datos como clima, altitud y localización para su posterior herborización (prensado, preparación, secado, identificación, montaje y etiquetado) y que de esta manera los ejemplares puedan ser incluidos en el acervo que ostenta el Herbario Isidro Palacios, ubicado en las instalaciones del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas (IIZD) de la UASLP.

La publicación incluye fotografías a color de los especímenes durante este estudio que promete ser el comienzo de investigaciones a favor de la cultura del cuidado de ésta y muchas otras zonas en situación de alta vulnerabilidad. Cabe destacar que el trabajo fue avalado en la identificación taxonómica por un especialista en orquídeas, el doctor Gerardo Salazar Chávez, adscrito al Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

El pasado 5 de junio fue conmemorado el Día Internacional del Medio Ambiente, establecido internacionalmente por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura para tomar conciencia de los roles de salvaguarda que como seres humanos estamos encargados de protagonizar en nuestro entorno. La naturaleza, además de brindarnos belleza, aporta sustento a millones de especies como la nuestra, y es de vital importancia actualizarse a lo que ello implica. Los invitamos a adquirir esta publicación, disponible en la Librería Universitaria Potosina y en las instalaciones del IIZD. 



Ficha bibliográfica:

Ramírez Palomeuq, T. L., Alfaro Medina, C. S. y Fortanelli Martínez, J. (2017). *Orquídeas de Xilitla, San Luis Potosí. Catálogo*. San Luis Potosí: Dirección de Fomento Editorial y Publicaciones, UASLP.

▶▶ COLABORA CON NOSOTROS



Universitarios Potosinos

fomenta la libre expresión de las ideas y contribuye a la divulgación de la ciencia entre la comunidad universitaria y la sociedad.

Tus artículos enriquecen el contenido editorial y difunden los conocimientos profesionales, ideas y experiencias a miles de lectores de la ciudad, el estado y las universidades del país.

▶▶ Dirige tus colaboraciones a la dirección electrónica revuni@uaslp.mx o a nuestras oficinas.

Divulgación Universitaria, Edificio Central de la UASLP, Álvaro obregón 64, Centro. San Luis Potosí, SLP
Teléfono 826 13 00, extensión 1505. De 8:00 a 16:00 horas.





UASLP
Universidad Autónoma
de San Luis Potosí



**PRIMER
COLOQUIO
INSTITUCIONAL**

**ECOS
EXPERIENCIAS
DOCENTES**

22 y 23 de noviembre 2018

Centro Cultural Universitario Bicentenario, CC200.

<http://a.uaslp.mx/ECOS>



UASLP
Universidad Autónoma
de San Luis Potosí

**SECRETARÍA
ACADÉMICA**
Innovación
Educativa



Contribuye al desarrollo
de la profesionalización
docente.

INFORMES:
Rosaura Kenya Crisóstomo Cruz
Coordinación de Competencias Docentes
Tel. (444) 8342581 ext. 5264
kenya.crisostomo@uaslp.mx