



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA



Directorio

EDITORA GENERAL

Consuelo Cuevas Cardona

EDITOR ASOCIADO

Ulises Iturbe Acosta

CONSEJO EDITORIAL

Jesús Martín Castillo Cerón
Atilano Contreras Ramos
Rubén Óscar Costiglia Garino
Ulises Iturbe Acosta

DIAGRAMACIÓN Y DISEÑO

Jesús Martín Castillo Cerón

AUXILIAR GRÁFICO

Alejandra Vianey Rojas Olvera

PÁGINA ELECTRÓNICA

Israel Castorena Lemus

CUERPO ACADÉMICO DE
SISTEMÁTICA Y EVOLUCIÓN

Artículo

Bordes agrícolas en Hidalgo

Iriana Zuria* y Elizabeth Cervantes-Corihns**

Los bordes agrícolas son hileras de plantas que separan campos agrícolas o áreas abiertas en los agroecosistemas (Fig. 1). Se encuentran ampliamente distribuidos por todo el mundo y reciben diferentes nombres dependiendo de su estructura y función; por ejemplo, los rompevientos tienen como función principal la de evitar la erosión del suelo debido al viento (Burel, 1996), mientras que los cercos vivos son bordes densos que se utilizan para excluir a ciertos herbívoros del cultivo (Forman, 1995). Otro tipo de borde son las terrazas agrícolas, que consisten en escalones anchos y horizontales que terminan en una barrera de plantas, tierra y/o piedras, que permite que los suelos inclinados puedan usarse para el cultivo sin que la tierra se pierda por erosión. Además, controlan el escurrimiento de agua superficial, promueven la acumulación de suelo y favorecen el contenido de humedad (Fig. 2).

En general, los bordes agrícolas proporcionan una gran variedad de servicios y productos a los campesinos y granjeros: dividen la tierra y marcan límites de propiedad; reducen las tasas de erosión y contribuyen a la fertilización de los campos de cultivo; producen frutos, flores, plantas medicinales, savia, forraje y madera; protegen a las cosechas del ganado y otros animales; sirven como corrales; proporcionan sombra y sirven de hábitat para muchas especies de plantas y animales (Zuria y Gates, 2006).

En México, los bordes se han utilizado desde la época prehispánica, principalmente como un método para prevenir la erosión (Zuria y Gates, 2006). Entre las pocas descripciones que sobreviven hoy en día sobre las prácticas agrícolas en la época prehispánica está la de Fray Bernardino de Sahagún (1980), que en el siglo XVI escribió: “El buen labrador

es fuerte, diligente y cuidadoso, y madruga mucho por no perder su hacienda..... Trabaja mucho en su oficio, conviene a saber, en romper la tierra, cavar, desyerbar, cavar en tiempo de seca, allanar lo cavado, hacer camellones, mollir bien la tierra y ararla en su tiempo, hacer linderos y vallados, y romper también la tierra en tiempo de aguas....” El “hacer linderos y vallados” se refiere a la construcción y mantenimiento de los bordes agrícolas. En la versión en náhuatl del Códice Florentino (Libro 10, Capítulo 12) la palabra que refiere a los bordes es *tlaxochquetza*, que fue traducida como “levanta linderos, de árboles”. También en el siglo XVI, Fray Toribio de Benavente o Motolinía (1914) escribió sobre la importancia del maguey (*Agave spp.*), llamado *metl* por los indios: “.... toda la tierra está llena de estos metles.... y los indios tienen ahora todas las linderas y valladeras llenas de ellos.”



Figura 1. Borde agrícola tradicional. © Zuria.

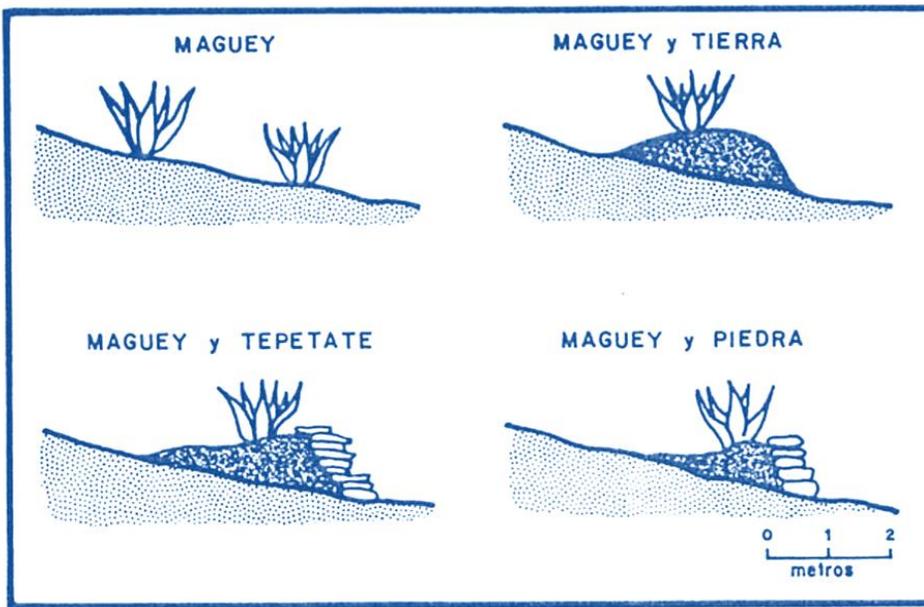


Figura 2. Estructura de las terrazas agrícolas (tomada de Rojas-Rabiela, 1988).

Los indios obtenían una gran variedad de productos de los magueyes cultivados (Fig. 3) o silvestres, por ejemplo, de la savia o aguamiel preparaban almíbar, azúcar, vinagre o pulque; con las fibras confeccionaban ropa, zapatos, bolsas, cinturones, correas, canastas, hamacas y las utilizaban como combustible; además de que se usaba como alimento y planta medicinal (revisado por Zuria y Gates, 2006).



Figura 3. Plantación de magueyes utilizando la coa de hoja (tomada del Códice Florentino, lib. II, figura 200v).

También se tiene documentada la práctica de mantener dos o más cultivos en la misma parcela, una de

estas asociaciones fue la anual-perenne, en la cual magueyes, nopales (*Opuntia* spp.), árboles de aguacate (*Persea americana*, *P. schiedeana*) y otros frutales eran utilizados en los bordes de las parcelas sembradas con maíz (*Zea mays*) (Rojas-Rabiela, 1988). Las plantas perennes incrementaban la diversidad de alimentos, pero también tenían importancia económica a largo plazo al producir frutos y otros materiales durante la época de secas y aun cuando las parcelas fueran abandonadas (Zuria y Gates, 2006).

En algunas zonas del estado de Hidalgo los bordes agrícolas son muy abundantes y en general están formados por plantas características de la región. En el centro y sur del estado están compuestos principalmente por

magueyes (*Agave* spp.), especialmente maguey pulquero (*Agave salmiana*), nopales (*Opuntia* spp.), mezquites (*Prosopis* spp.), cardones (*Cylindropuntia imbricata*), huizaches (*Acacia farnesiana*), yucas (*Yucca filifera*) y algunos árboles introducidos como pirules (*Schinus molle*), abundante en los bordes, eucaliptos (*Eucalyptus* spp.) y casuarinas (*Casuarina equisetifolia*), además de una gran variedad de herbáceas (Cervantes-Cornihs, 2007). Otros árboles menos comunes son los sauces (*Salix* spp.), que se encuentran generalmente en zonas con mayor humedad, los pinos (*Pinus* spp.), los encinos (*Quercus* spp.), presentes en zonas de mayor altitud, y una gran variedad de árboles frutales. Los usos que los agricultores locales dan a las plantas de los bordes son variados, muchas se utilizan como alimento, como medicina o como forraje, de muchas otras se obtiene madera y material para construcción y de algunas se obtienen productos para realizar artesanías (Cuadro 1).

Las terrazas agrícolas también son abundantes en el estado, sobre todo en zonas con topografía compleja. En muchas regiones de Hidalgo presentan un borde construido principalmente por tierra y sembrado con plantas de maguey, generalmente maguey pulquero. La superficie agrícola de las terrazas es aprovechada principalmente para el cultivo de maíz (Cervantes-Cornihs, 2007).

En México y en muchos otros países, los bordes agrícolas están desapareciendo debido a la mecanización de la agricultura. La desaparición de estos elementos del paisaje ocasiona problemas ambientales severos como erosión y daño a las cosechas por viento (Burel, 1996), además de que está afectando la biodiversidad en las zonas agrícolas (Sparks *et al.*, 1996; Zuria y Gates, 2006). Esta pérdida de diversidad ocasiona un desequilibrio en los servicios ecológicos que brindan dichas especies; por ejemplo, los bordes sirven como refugio para muchos polinizadores, así como depredadores y parasitoides de

herbívoros que dañan las cosechas. Debido a su importancia, los bordes y las terrazas deben ser reconocidos como estructuras que benefician al ser humano y deben ser conservados en los sistemas agrícolas de nuestro estado y de México.

Cuadro 1. Plantas (árboles y arbustos) comunes en bordes y terrazas agrícolas del centro y sur de Hidalgo con los usos que les dan los agricultores. Datos de Cervantes-Cornihs (2007). Los usos locales fueron tomados de Pérez-Escandón *et al.*, 2003.

Nombre común	Nombre científico	Usos locales
Magüey	<i>Agave</i> spp.	Comestible (elaboración de pulque), forraje, combustible, construcción de cercas.
Nopal	<i>Opuntia</i> spp.	Comestible, construcción de cercas, combustible, forraje, artesanal.
Mezquite	<i>Prosopis</i> spp.	Comestible, medicinal, forraje, combustible, artesanal, plaguicida.
Cardón	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Forraje, construcción de cercas, medicinal.
Pirul, pirú	<i>Schinus molle</i>	Plaguicida, forraje, comestible, ornamental, combustible, ritual, juegos, medicinal.
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	Construcción, ritual, medicinal, cosmético.

Literatura citada

- ❏ Benavente T. de o Motolinía. 1914. *Historia de los Indios de la Nueva España*. Herederos de Juan Gili Editores, Barcelona.
- ❏ Burel, F. 1996. Hedgerows and their role in agricultural landscapes. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 15:169-190.
- ❏ Cervantes-Cornihs, E. 2007. *Depredación de nidos artificiales en bordes agrícolas de un sistema agro-urbano en el estado de Hidalgo*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca.
- ❏ Forman, R. T. T. 1995. *Land Mosaics. The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press, Cambridge.
- ❏ Pérez Escandón, B. E., Villavicencio, N. M. A. y Ramírez, A. A. 2003. *Lista de las Plantas Útiles del Estado de Hidalgo*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca.
- ❏ Rojas-Rabiela, T. 1988. *Las Siembras de Ayer: La Agricultura Indígena del Siglo XVI*. Secretaría de Educación Pública, México.
- ❏ Sahagún, B. 1980. *Códice Florentino*. Edición Facsimil del Manuscrito 218-20 de la Colección Palatina de la Biblioteca Medicea Laurenziana. Gobierno de la República Mexicana, México.
- ❏ Sparks, T. H., Parish, T. y Hinsley, S. A. 1996. Breeding birds in field boundaries in an agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 60: 1-8.
- ❏ Zuria, I. y Gates, J. E. 2006. Vegetated field margins in Mexico: Their history, structure and function, and management. *Human Ecology*, 34:53-77.

Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por PROMEP, Programa de Mejoramiento del Profesorado, SEP, mediante el proyecto "Caracterización de los bordes agrícolas y su avifauna en agroecosistemas del estado de Hidalgo".

*Profesora investigadora del laboratorio de Conservación Biológica, Área Académica de Biología, ICBI, UAEH.

**Estudiante de la Maestría en Biodiversidad y Conservación, Área Académica de Biología, ICBI, UAEH.

Esbozo de un Bestiario de la lucha libre

José Luis Navarrete-Heredia*



*Hay hombres que luchan un día y son buenos
hay hombres que luchan un año y son mejores
Hay hombres que luchan muchos años
Y son muy buenos,
pero hay quienes luchan todos los domingos,
esos son los chidos.
Santo, el enmascarado de plata.*

Bertolt Brecht y Botellita de Jerez

Recuerdos de mi infancia

Para los aficionados a la lucha libre, el domingo es un día muy especial. La *Arena Coliseo*, *Arena México* o cualquier otra, se convierten en verdaderos santuarios a donde acuden religiosamente personas de todas las edades. El objetivo, pasar una tarde disfrutando los encuentros de una gran variedad de gladiadores, verdaderos *superhéroes nacionales*. No importa si la novia no va o si con el costo de entrada se acaba el dinero de la semana. Hay que estar ahí a como dé lugar.

Recuerdo de mis años de infancia, cuando era monaguillo (aunque usted y mi vecina no me crean), ser asistente parroquial en la tarde del domingo, se convertía en un verdadero castigo. El *Club de monaguillos* al que pertenecía no era mayor a seis miembros. Uno de los más respetados, a fuerza de su robusto cuerpo, era Jorge Delgadillo. Sin embargo, para la mayoría de nosotros era la antítesis de su nombre por lo que a escondidas lo llamábamos *Jorge Gordillo*.

Regularmente, el viernes se hacía la designación para ayudar en los bautizos y las misas de fin de semana. La mayoría deseábamos ser asistentes bautismales para ausentarnos la tarde del domingo. Pero al final, el elegido por el señor cura se resignaba y se perdía, por supuesto, la función. Los afortunados, teníamos que burlar al “papá del

Padre”, antes de disfrutar del espectáculo. Hecho esto, a correr se ha dicho. Las escaleras del campanario las recorriamos en un dos por tres. Ya instalados en la zona VIP (la parte alta del campanario) y con vista panorámica nos uníamos a la Algarabía que había iniciado unos minutos antes.

Contadas ocasiones nos dábamos el lujo de ser partícipes terrenales (es decir, pagar la entrada; recuérdese que éramos espectadores aéreos, VIP). Eso sucedía sólo en épocas de bonanza, cuando los bolos bautismales otorgados por los padrinos eran copiosos. El único y realmente gran inconveniente de disfrutar las luchas desde el campanario era cuando el sacristán tocaba las campanas desde la parte baja para llamar a misa de 6, de 7 y de 8. Imagínense: aguantar nueve sesiones de campanazos y sólo por ver la lucha libre.

El nombre sí importa

El Santo, *El Cavernario*, *Blue Demon*, *El Matemático*, *El Espectro*, *Canek*, *El Texano*, *El Rayo de Jalisco*, *El Tinieblas*, *Dr. Wagner*, *Mil Mascaras*, *Dos Caras*, *El Solitario*, *El Fantasma* y muchos otros, me vienen a la memoria junto con alegres imágenes de mi infancia. ¡Aquellos tiempos! No conocí a ningún Pito Pérez, el

famoso personaje de José Rubén Romero, pero sí así hubiera sido, seguramente nos habríamos hecho buenos amigos.

Pero bueno, en este ejercicio de visita a las páginas del pasado, mi búsqueda me llevó a recordar el rico *bestiario de la lucha libre*. Con base en el *Diccionario de la Lengua Española*, la palabra *Bestiario* en una de sus acepciones, la describe como una *colección de relatos, descripciones e imágenes de animales reales o fantásticos*. Visto así, los nombres utilizados por los luchadores son materia prima para un primer acercamiento zoológico-cultural. Excelentes ejemplos literarios, ahora clásicos, describen de varias maneras nuestras interpretaciones de la naturaleza animal. Cómo no recordar el famoso *Bestiario* de Julio Cortázar; el *Manual de Zoología Fantástica* de Jorge Luis Borges (*just to remember*), o el *Álbum de Zoología* de José Emilio Pacheco, con ilustraciones de Francisco Toledo.

Pero aquí la historia es diferente. Enmascarados o sin máscara, los nombres de los luchadores son muy vastos. Los más sencillos son simplemente sus nombres o variantes de ellos: *Firpo Segura*, *Gori Guerrero* o *Dientes Hernández*. Pero otros son o fueron conocidos por utilizar nombres de personajes ficticios de programas de televisión o historietas: *Batman*, *Súper Ratón*, *Ultraman*, *Ultraseven* o *Capitán América*.

Portar una máscara o un nombre es todo un orgullo para un luchador. Es el motivo de su existencia y al mismo tiempo su tesoro máspreciado. Por ello, están protegidos por la ley y por el físico imponente de sus portadores. Los nombres se convierten en linajes luchísticos, heredados cuales dinastías. Casos hay muchos. Unos más conocidos que otros, pero al fin, todo un compromiso para el heredero portar y defender con orgullo el nombre de guerra de su señor padre. *El Hijo del Santo*, *Blue Demon Jr.*, *El Rayo de Jalisco Jr.*, *Lobo Asesino Jr.* y *Lobo Asesino Hijo*.

Esbozo de un Bestiario de la lucha libre

Pero, ¿y de nombres que hacen referencia a animales? Invertebrados, pero sobre todo vertebrados, son parte de esta riqueza lingüística. *Buitre*, *Cobra*, *Cóndor*, *Coralillo*, *Castor*, *Cuervo*, *Delfín*, *Halcón* o *Pantera*, no requieren mayor explicación. Se refieren a especies animales relativamente familiares a todos nosotros. Pero también los hay:

En inglés: *Cat*, *Catman 2000*, *Black Tiger*, *Spider Black*, *Fishman*, *Blue Panther*.

Los coloridos: *Buitre Rojo*, *Cisne Negro*, *Cisne Blanco*, *Águila Azul*, *Águila Negra*, *Alacrán Dorado*, *Araña Negra*, *Hormiga Azul* o *Halcón Dorado*.

Místicos: *Águila Misteriosa*.

Malignos: *Águila Infernal*, *Murciélago Infernal*, *Castor Asesino*.

Valiosos: *Camaleón de Oro*.

Los exóticos: *Tigre de Bengala*, *León Chino*.

Con los cuatro elementos: *Águila de Fuego*.

Y los difíciles de interpretar: *El Gallo Tapado*, *Chachalaca* y *El Cuije* cuya máscara tiene antenas de insecto.

Zoología en la lucha libre

Molusco. Nombre común utilizado para referirse a animales marinos, dulceacuícolas o terrestres. En ellos se incluye a caracoles, babosas, pulpos y muchos otros. Pertenecen al Phylum Mollusca y se conocen alrededor de 50,000 especies en el mundo.

Alacrán, Araña, Hormiga y miles más, son animales que pertenecen al grupo más diverso de seres vivos: los artrópodos. A nivel mundial se conocen alrededor de un millón de especies. Aunque con frecuencia se refiere a ellos como insectos, sólo la hormiga (de los mencionados) sí es un insecto, pero el alacrán y las arañas son arácnidos.

Los animales vertebrados, llamados así por la presencia de un esqueleto interno (óseo o cartilaginoso), está constituido por los animales más familiares al hombre. Peces, tiburones, mantarrayas, ranas, salamandras, tortugas, lagartijas, serpientes, águilas, cuervos, gallos, halcones, cisnes, castores, gatos, leones, panteras, tigres, delfines, murciélagos y muchos otros. Dentro de los diferentes sistemas de clasificación conocidos, uno de ellos los incluye dentro del Phylum Craniata, agrupados en cinco categorías principales: peces (alrededor de 25,000 especies en el mundo), anfibios (4,200), reptiles (6,300), aves (9,000) y mamíferos (4,500).

Epílogo

Buenos, malos, rudos o técnicos, los nombres de luchadores que se refieren a animales seguramente fueron elegidos por la identificación que tiene el luchador con ese animal, o bien, por las cualidades antropocéntricas que muchas veces les asignamos. Por ejemplo, el águila, generalmente se asocia con paciencia, inteligencia, racionalidad, de vista aguda. Pero ya combinado como Águila Infernal, obviamente, las cosas cambian. El gallo es símbolo de vigilancia, orgullo y lujuria; el escorpión es hostil; el buitre es un ave longeva; la hormiga es constante, laboriosa y ahorrativa. Sin embargo, no tengo la certeza de que estas u otras cualidades, hayan sido detectadas por los luchadores para elegir el nombre. Invito a los lectores a que me hagan llegar sus comentarios. Y si hay entre ellos luchadores, será un gusto conocer de primera mano su interpretación.

Para finalizar, y volviendo a mis años de infancia, *El Molusco* fue sin duda uno de aquellos personajes que cada vez que subía al ring, cuadrilátero o encordado, entregaba todo lo que en sus manos estaba para encender las pasiones que, como dicen los conocedores, sólo la lucha libre puede generar. Odiado por unos, festejado por otros, nunca entendí ni he entendido el significado de su nombre. Rudo como el mejor de los rudos, hacía trizas a sus contrincantes. ¿Qué fue de él? Lo desconozco. Durante algún tiempo fuimos vecinos y fue quizá en aquellas épocas cuando más disfrute de este deporte espectáculo, muy diferente del que ahora se vive.

Datos preliminares sobre la flora vascular del estado de Hidalgo

Arturo Sánchez-González*, Erika Álvarez Zúñiga**, Miguel Ángel Palacios Sánchez** y Ana Lilia Cuevas Hernández**

La riqueza florística del estado de Hidalgo no se conoce con exactitud; en un estudio basado en una recopilación bibliográfica, se menciona la presencia de 2 674 especies, 938 géneros y 177 familias de plantas con flores en la entidad (Villavicencio *et al.*, 1998). Otra investigación más reciente, producto de una revisión minuciosa de la literatura, complementada con material herborizado de diversos grupos vegetales y en donde la nomenclatura se uniformizó para reducir la duplicación de nombres, se estimó que existen 3 239 especies, 983 géneros y 175 familias de Magnoliophyta (plantas con flores), en el estado de Hidalgo (Villaseñor, 2003).

Las cifras antes mencionadas colocan a Hidalgo como el noveno estado con mayor diversidad florística de México, superado por entidades como Chiapas (7 573 especies), Oaxaca (7 399), Veracruz (6 869), Jalisco (5 105), Michoacán (4 672) y Guerrero (4 648). Sin embargo, todavía existen amplias zonas de la entidad que carecen de estudios florísticos, por lo que el número de especies debe ser mayor.

Es importante poseer un inventario de las especies vegetales presentes en el Estado de Hidalgo, porque las plantas representan bienes y servicios (Dirzo y Raven, 1994). El ritmo de deterioro tan acelerado de la vegetación sustenta la urgencia de conocer la riqueza de especies de la entidad. En el Laboratorio de Sistemática Vegetal del Centro de Investigaciones Biológicas, de la UAEH, se inició desde hace algunos años el estudio formal de la composición y distribución de la flora del Estado de Hidalgo. En la primera etapa se analizó información de diversas fuentes, para obtener así un listado preliminar; en éste se consideraron sinonimias y las especies se agruparon en categorías taxonómicas superiores, de acuerdo con las propuestas de clasificación más recientes.

Hasta el momento se conocen 3 510 especies de plantas vasculares del estado de Hidalgo distribuidas en 1 144 géneros y 198 familias; lo cual representa 16%, 43% y 80% del total de la flora vascular de México, respectivamente (Cuadro 1). Las dicotiledóneas (clase Magnoliopsida) son el grupo más diverso, conforman el 70% de la riqueza de especies. Le siguen en importancia las monocotiledóneas (Clase Liliopsida), con 20%, los helechos y licopodios con 9% y, en menor escala, las gimnospermas.

Cuadro 1. Riqueza de los grupos de plantas vasculares del Estado de Hidalgo.

Grupo Biológico	Familias	Géneros	Especies
Lycopodiophyta	3	5	31
Polypodiophyta	24	70	275
Pinophyta	4	9	25
Cycadophyta	1	3	5
Gnetophyta	1	1	2
Magnoliophyta			
Liliopsida	33	214	720
Magnoliopsida	132	842	2452
Total	198	1144	3510

Las 15 familias con mayor riqueza de especies representan 55% de la flora vascular (Cuadro 2); destacan Asteraceae (440), Poaceae (375), Fabaceae (230), Cactaceae (162), Orchidaceae (91), Euphorbiaceae (90) y Solanaceae (89). Las mismas familias son las mejor representadas en la flora fanerogámica de México (Rzedowski, 1991; Villaseñor, 2003).

Cuadro 2. Familias con mayor riqueza de géneros y especies de Hidalgo.

Familia	Géneros	Especies	(%) Especies
Asteraceae	131	440	12.5
Poaceae	104	375	10.6
Fabaceae	65	230	6.55
Cactaceae	34	162	4.61
Orchidaceae	35	91	2.59
Euphorbiaceae	18	90	2.56
Solanaceae	19	89	2.53
Lamiaceae	24	81	2.30
Pteridaceae	15	76	2.16
Crassulaceae	8	61	1.73
Fagaceae	2	58	1.65
Rubiaceae	28	58	1.65
Cyperaceae	7	53	1.50
Scrophulariaceae	21	47	1.33
Rosaceae	17	46	1.31
Verbenaceae	12	43	1.22
Total			57.0

Estas cifras se modificarán paulatinamente, porque sólo conocemos una fracción de la riqueza real de especies; un indicio de que se requiere de mayor esfuerzo, es que 67% de las 3 510 especies de plantas hasta ahora registradas provienen de una (44%) o de dos (23%) regiones o municipios del estado de Hidalgo. Las porciones sur (incluida dentro del Valle de México) y centro de la entidad son las mejor estudiadas desde el punto de vista florístico (Calderón de Rzedowski y Rzedowski, 2003), pero en el resto de los municipios o regiones la información es fragmentaria o no existe. Los datos de la figura 1 y del cuadro 3, representan una guía para la elección de sitios en donde es necesario realizar inventarios florísticos.

En la siguiente etapa del proyecto se procederá a la revisión exhaustiva de ejemplares de herbario, para confirmar la presencia de las especies y a la realización de estudios florísticos en regiones poco o no exploradas. Es probable que a mediano plazo se pueda contar con un inventario más que preliminar de la riqueza de especies vegetales del estado. Para ello se requiere del trabajo y la cooperación de taxónomos especialistas de los principales grupos de plantas.

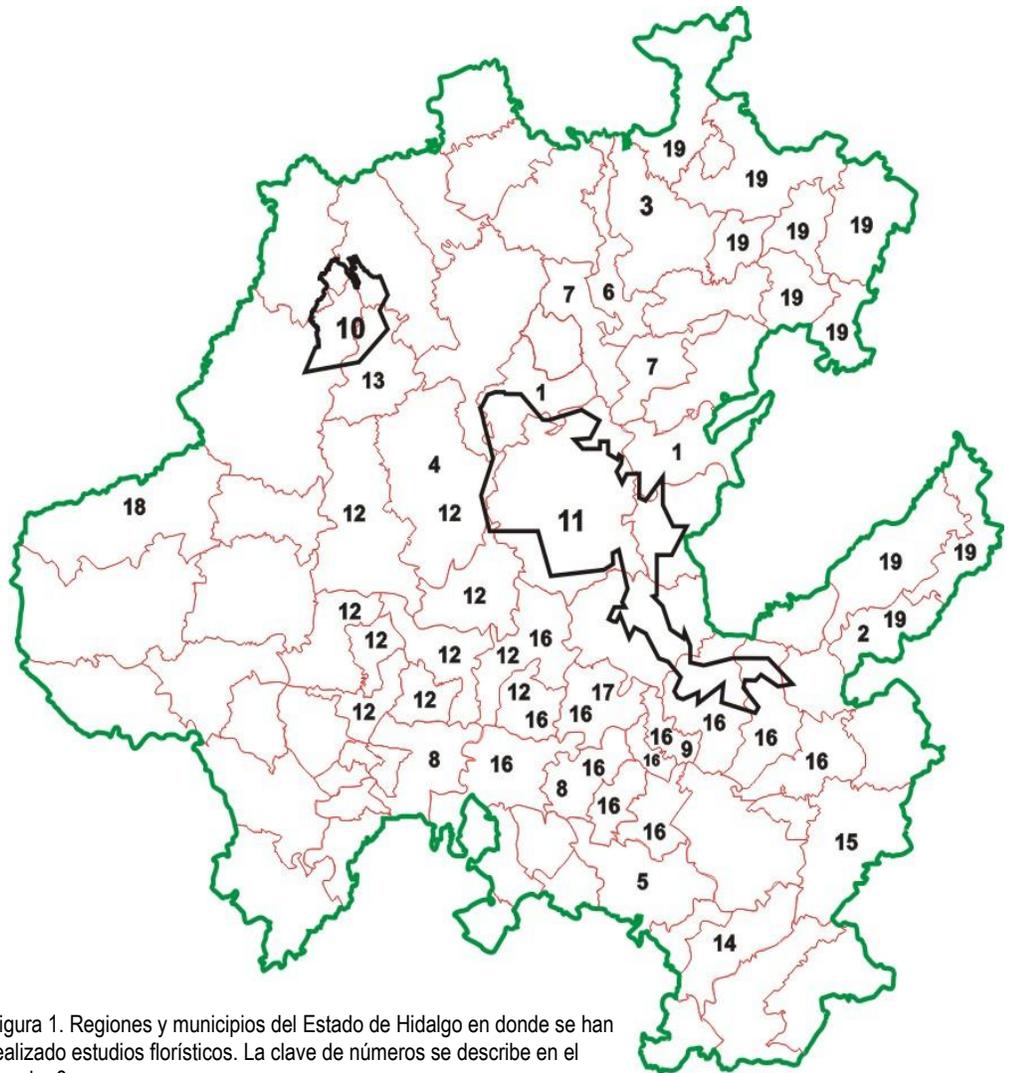


Figura 1. Regiones y municipios del Estado de Hidalgo en donde se han realizado estudios florísticos. La clave de números se describe en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Regiones y municipios del Estado de Hidalgo en donde se han realizado estudios florísticos.

Municipio o región	No. de especies	Municipio o región	No. de especies
1 Eloxochitlán y Tlahuelompa	381	11 Reserva de la Biosfera	421
2 Tenango de Doria	431	12 Barranca de Metztlán	690
3 Tlanchinol	310	13 Valle del Mezquital	104
4 Barranca de Tolantongo	285	14 Nicolás Flores	83
5 Sierra de los Pitos, Zempoala	414	15 Tepeapulco	90
6 Monte Grande, Lolotla	352	16 Cuauhtepic	952
7 Molocotlan, Molango-Xochicoatlán	352	17 Sierra de Pachuca	536
8 Ajacuba, San Agustín Tlaxiaca	383	18 Parque Nacional El Chico	224
9 Barranca de Omítlán	52	19 Tecozautla	274
10 Parque Nacional Los Mármolos	450		

Es de especial interés reconocer que al menos 69 especies de plantas de Hidalgo (37 de ellas restringidas a México), se encuentran incluidas en alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana (Semarnat, 2002). Esta cifra debe considerarse conservadora (Cuadro 4), por el desconocimiento de las plantas en algunas regiones y por el excesivo deterioro provocado por las actividades humanas en todos los tipos de vegetación de la entidad. La riqueza de especies es uno de los aspectos más relevantes al tomar decisiones sobre el uso y conservación de los recursos naturales y el impacto ambiental (Villaseñor, 2003). La integración de un inventario confiable de plantas vasculares y de sus patrones de distribución en el Estado de Hidalgo, permitirá definir áreas importantes para la conservación de la biodiversidad y monitorear sus cambios a través del tiempo y el espacio. Además, la información podrá ser utilizada y evaluada por distintos sectores de la sociedad con fines prácticos, por ejemplo en los planes de desarrollo estatal, sobre la manera en que la vegetación es afectada por el cambio de uso del suelo.

Cuadro 4. Especies del Estado de Hidalgo en alguna categoría de riesgo, según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. E: Probablemente extinta en el medio silvestre; P: en peligro de extinción; A: amenazada; Pr: sujeta a protección especial; En: Endémica a México.

Grupo	Número de especies				
	Pr	P	A	E	En
Polypodiophyta	1	0	0	0	0
Pinophyta	8	0	0	0	2
Cycadophyta	0	0	6	0	1
Magnoliophyta					
Liliopsida	3	1	9	1	10
Magnoliopsida	17	10	13	0	24
Total	29	11	28	1	37

Agradecimientos

Los resultados preliminares del presente artículo son parte del proyecto FOMIX Hidalgo 43761: "Diversidad Biológica del Estado de Hidalgo".

Comunicaciones

Ganadores del concurso de fotografía de la semana de la Biología

Estudiantes de la Licenciatura en Biología, Área Académica de Biología, ICBI, UAEH.



Autor: Ximena Rodríguez Nuñez
Título: "Secretos de la Oscuridad"

Localidad: Pachuca Hidalgo

Fecha de captura: 9 de septiembre de 2008

Cámara: NIKON 4600E

Lugar
Lugar

Literatura citada

- ✦ Calderón de Rzedowski, G. y Rzedowski, J. (eds). 2001. *Flora fanerogámica del Valle de México*. Segunda Edición. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro, 1406 pp.
- ✦ Dirzo, R. y P. H. Raven. 1994. Un inventario biológico para México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 55: 29-34.
- ✦ SEMARNAT [Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales]. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental -Especies nativas de México de flora y fauna silvestre silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. 2a Sección, 6 de marzo de 2002.
- ✦ Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*, 14: 3-21.
- ✦ Villavicencio, N.M.A., Pérez, E.B.E. y Ramírez, A.A.1998. *Lista Florística del Estado de Hidalgo. Recopilación bibliográfica*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, 147 pp.
- ✦ Villaseñor, J.L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia*, 28:160-167.

*Profesor investigador del laboratorio de Sistemática Vegetal, Área Académica de Biología, ICBI, UAEH.
**Estudiantes de la Licenciatura en Biología, Área Académica de Biología, ICBI, UAEH.

Autor: Francisco de Jesús Zaragoza Tapia
Título: "Chinche"
Localidad: La Candelaria, Huejutla de Reyes, Hidalgo.
Fecha de captura: 4 de septiembre de 2008
Cámara: Sony Cyber-Shot dsc-s730



Lugar
Lugar



Autor: José Eduardo Gutiérrez G.
Título: "Camino a casa"
Localidad: UAEH, Carretera Pachuca-Tulancingo
Fecha de captura: 21 de octubre de 2008
Cámara: Sony Cyber-Shot dsc-s700

Lugar
Lugar

Las excursiones escolares de la Escuela Nacional Preparatoria en el siglo XIX. Formación y vocación científicas.

Rodrigo Antonio Vega y Ortega Baez*

La práctica de las ciencias naturales en México, desde el final de la época virreinal y durante las primeras cinco décadas de vida independiente, tuvo como elemento primordial el estudio de la naturaleza a través del contacto directo con ésta. A partir de las exploraciones científicas, los naturalistas mexicanos y extranjeros iniciaron el inventario de la diversidad botánica, zoológica y de los minerales del país, mismo que aún no ha concluido. Dichas exploraciones fueron realizadas de manera individual, como la del naturalista alemán, residente en México desde 1825, Carl C. Sartorius (1796-1872) o colectivamente, como fueron las llevadas a cabo por establecimientos científicos como el Jardín Botánico, comisiones científicas como la del Valle de México, e instituciones de instrucción superior como el Colegio de Minería.

Excursiones escolares de la Escuela Nacional Preparatoria

En los últimos meses de 1867, el gobierno de Benito Juárez constituyó la Comisión de Instrucción Pública que tuvo como finalidad la reorganización del sistema educativo del país. El 2 de diciembre de 1867 ésta elaboró una ley de influencia positivista que llevó al establecimiento de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP), una novedad en ese entonces, que funcionó como preámbulo formativo para la incorporación de los jóvenes estudiantes a los distintos estudios profesionales. La Escuela Nacional Preparatoria fue un destacado centro de formación escolar, en cuanto al desarrollo de las ciencias naturales. Primero, por la adquisición de conocimientos teóricos dentro de las aulas; segundo, por su práctica experimental en modernos laboratorios y gabinetes; tercero, por el acercamiento directo con la naturaleza llevado a cabo fuera del recinto escolar mediante excursiones escolares.

Las excursiones escolares no fueron una innovación de la ENP, puesto que se realizaron constantemente en escuelas más antiguas como el Colegio de Minería. Sin embargo, las de la Preparatoria marcaron un cambio, en el sentido de que fueron contempladas por primera vez en el plan de estudios de la instrucción secundaria, ya que en los colegios de nivel educativo similar anteriores a 1867, como el de San Juan de Letrán, el de Santos o el de San Ildefonso, no las incluían ni se habían llevado a cabo. De esta manera, las excursiones escolares, en los estudios secundario y superior, colocaron a los jóvenes de la Ciudad de México el último tercio del siglo XIX, cara a cara con la naturaleza para su conocimiento directo.

Las finalidades educativas que tuvieron dichas excursiones fueron, por un lado, la formación naturalista de los alumnos, dentro de la orientación positivista que les brindaría el bagaje educativo necesario para desenvolverse en la sociedad. Por otro, despertar la vocación de los alumnos por la zoología, la botánica y la geología, con el fin de conformar cuadros científico-técnicos que hicieran posible el progreso material de la nación.

Las excursiones escolares realizadas a través de la ENP fueron importantes en el proceso de profesionalización de las ciencias naturales en México, debido a que los profesores, muchos de ellos distinguidos científicos como Alfonso Herrera, Mariano Bárcena, Jesús Sánchez o Manuel Urbina, mantuvieron contacto con varias generaciones de preparatorianos a los que transmitieron sus conocimientos y formaron en la ciencia positivista de su época. Asimismo, permitía a los alumnos contar con mayores elementos para determinar si su vocación se encontraba en la historia natural o en alguna otra disciplina.

Formación científica

Ejemplo de que los primeros pasos en la formación profesional científica fueron resultado de los estudios preparatorianos es el escrito "Influencia del profesor Herrera en el desarrollo del espíritu científico en la República", del ingeniero Rafael Aguilar y Santillán, publicado en 1900 en las *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate* (MSCAA). En este escrito refirió que su preceptor, al impartir su cátedra, no sólo recurría al texto recomendado, sino también a explicaciones llevadas a cabo en el laboratorio, en el museo escolar y en las excursiones. Los profesores de materias científicas, como Herrera, hablaban del "templo de la Naturaleza" donde se rendía el culto a la verdad por medio de la observación y la experiencia, base del método científico (Aguilar y Santillán, 1900: 357).

En el "Discurso pronunciado por el Doctor Ricardo E. Cicero" en el homenaje luctuoso de don Alfonso, el autor señaló que el profesor, como director del plantel en el periodo 1880-1885, promovió las excursiones; fomentó las colecciones naturalistas de los gabinetes; plantó un jardín botánico de utilidad práctica para la enseñanza, mismo que probablemente se enriqueció con semillas recolectadas en las excursiones; estableció un invernadero para estudiar las plantas tropicales; creó un Museo Botánico con gran cantidad de especímenes de plantas útiles y de aplicación para diversas necesidades

sociales; fundó un zoológico para que los estudios fueran más completos; todo con el fin de que la historia natural llevara a los alumnos a admirar la grandiosa armonía de la naturaleza (Cicero, 1900: 345-346). Se tiene constancia que dicho gabinete contaba, en 1880, con 100 ejemplares de plantas ibéricas y 60 de México, 100 conchas fósiles de Europa y 125 conchas fósiles del resto del mundo, un acuario, dos cráneos humanos, 25 ejemplares zoológicos y cinco esqueletos de aves y de mamíferos (Guevara, 2002: 68).

Las excursiones escolares fueron necesarias para fundamentar las materias teórico-prácticas del plan de estudios de la ENP, pero también para cumplir con los esfuerzos del Estado de explorar el territorio mexicano. Por ello, resultaba necesario formar a los futuros naturalistas, geógrafos e ingenieros, entrenados en el “arte” de la exploración científica, mismo que iniciaba en los cursos de la ENP y continuaba en escuelas profesionales, como la de Ingeniería y Medicina o en establecimientos científicos, como el Museo Nacional o el Instituto de Geología.

Las excursiones dominicales que Herrera organizó para sus alumnos a diversos sitios del Valle de México fueron parte de los esfuerzos de los hombres de ciencia, que a la vez eran parte del gobierno liberal, por formar a los futuros exploradores científicos que el país demandaba. El objetivo de estos “paseos” consistía en recolectar especímenes para utilizarlos en estudios escolares (Alvarado, 2002: 80-81). Al regresar a la ENP se procedía a organizar el material, clasificarlo y ubicarlo geográficamente, para luego discutir los resultados de la excursión, ya fueran individuales o colectivos y plantear, si era el caso, hipótesis científicas.

El ingeniero Guillermo Beltrán y Puga publicó también en las *Memorias...* de 1891, “Ligeras instrucciones para las expediciones científicas”, en las que enunció reglas básicas a seguir para las expediciones científicas. Su escrito remarca en su inicio la necesidad y utilidad de las excursiones y de su impulso desde la ENP y las escuelas profesionales.

Don Guillermo mencionó lo útil que resultaba que las excursiones fueran llevadas a cabo bajo un programa previamente elaborado y siguiendo cierto orden, para cumplir con los objetivos educativos. El responsable de cada asignatura era quien lo determinaba y quien repartía entre los alumnos diferentes tareas, como conseguir mapas, exponer algún tema o preparar los instrumentos, entre otras cuestiones.

Beltrán y Puga también escribió en 1891, “Reseña de una excursión a la caverna de Cacahuamilpa y a la gruta Carlos Pacheco” organizada por el Instituto Médico Nacional”, en donde expuso la manera en que se organizaron sus integrantes, que seguramente no distó de cómo se hacía en las excursiones escolares que él mismo practicó en la ENP. En el viaje a la caverna se tomaron varias precauciones y medidas para facilitar su exploración y evitar accidentes. Por ejemplo, se convino que los excursionistas se dividieran en grupos, cada uno bajo la vigilancia de un encargado que velaría por la seguridad y el buen desempeño de los participantes, para evitar accidentes y extravíos (Beltrán y Puga, 1891: 156).

Aunque las excursiones escolares fueran limitadas en cuanto a distancia recorrida y duración, siempre resultaba necesario transportar equipaje, instrumentos, especímenes recolectados, víveres y agua. Acerca de los alimentos Beltrán y Puga refirió que cuando llegaban a alguna localidad, siempre había personas dispuestas a vender desayunos y cenas compuestas de las tradicionales chalupitas, tamales, café, chocolate y atole. Mientras que para la tarde, cuando aún se encontraban en el campo, la mayoría de los excursionistas compartían sándwiches por ser fáciles de preparar y transportar (Beltrán y Puga, 1891: 147).

Don Guillermo propuso seguir unas mínimas instrucciones durante las excursiones para recoger muestras de plantas, animales, minerales y rocas; hacer observaciones meteorológicas y formar aproximadamente un croquis del terreno que se explorara (Beltrán y Puga, 1891: 74). También recomendó que cuando se estudiara el campo era necesario anotar y recoger todo lo que el excursionista encontrara, sin dejar nada de lado aunque aparentemente fuera trivial, puesto que cada dato recabado tendría alguna utilidad.

Vocación científica

En diferentes testimonios autobiográficos de científicos nacidos en la segunda mitad del siglo XIX también quedó constancia de la relevancia que tuvieron las excursiones escolares de la ENP para orientarlos hacia profesiones de corte científico.

Entre aquellos que dejaron testimonio de las excursiones preparatorias se encuentra el mencionado ingeniero Aguilar y Santillán, quien recordaba en “Influencia del profesor Herrera...” que el insigne naturalista los acompañaba a explorar valles y montañas, revelándoles “el misterio de las cosas” *in situ*, para luego comprender mejor la cátedra en el aula. También refirió que el profesor Herrera dentro y fuera de las aulas, formó y alentó la vocación de un sin fin de alumnos que recibieron de su parte “una especie de bautizo de luz, y [comprendieron] el amor a la ciencia” (Aguilar y Santillán, 1900: 357-358). Además, el destacado profesor los alentaba a explicar la organización de todo tipo de seres vivos, muchos de ellos recolectados en las excursiones, desde los unicelulares a los de gran tamaño, a través primero de la curiosidad, y luego, del estudio científico.

Ricardo E. Cicero, también expresó que nunca olvidaría aquellas herborizaciones de tiempos juveniles. Consideró que lo que inició “en forma de simples excursiones para perfeccionarnos en una rama científica, pronto tomó cuerpo y se organizó en Sociedad dedicada al estudio de las ciencias exactas y experimentales” (Cicero, 1900: 347). Cicero se refería a la Sociedad Científica Antonio Alzate, agrupación que, de acuerdo con su narración, se organizó a partir de aquellas salidas de campo.

Fernando Altamirano, discípulo de Herrera, escribió en “A la Memoria del Sr. Profesor Don Alfonso Herrera” sobre la vocación que el profesor despertaba entre sus alumnos preparatorios, ya que los orientaba personalmente en sus estudios, los llevaba al campo y al

jardín botánico del Palacio Nacional (Altamirano, 2002: 35), para luego guiarlos en diversos estudios naturalistas.

Otro testimonio del papel de las excursiones en la consolidación vocacional se encuentra en el *Elogio fúnebre del profesor don Mariano de la Bárcena, secretario perpetuo de la Academia de Ciencias Físicas y Naturales*, escrito por Santiago Ramírez. En éste recordó que en la clase de Mineralogía se estudiaban diversos minerales expuestos en colecciones de la ENP; se observaban sus características con el fin de estudiarlos científicamente y poner en práctica los conocimientos en el campo mediante la descripción de nuevas localidades (Guevara, 2002: 148). La relación entre lo aprendido en clase y lo practicado en el campo, más el carisma del profesor, influían en muchos jóvenes para incursionar en la investigación científica. Fue así que, en las diversas excursiones, los alumnos podían tener mayores elementos para determinar si su vocación se encontraba en las ciencias, las humanidades, las artes o la burocracia.

Divulgación de las excursiones

Las excursiones despertaron el interés de la sociedad capitalina, pues en varios diarios del Porfiriato, como *El Imparcial*, aparecieron varias notas referentes a las excursiones de la ENP. Éstas son testimonio del desarrollo de las excursiones escolares y del interés que suscitaban entre la población en general. Una de estas notas con fecha 15 de agosto de 1903 informó: "dentro de pocos días los alumnos de las clases de botánica y de zoología, acompañados de sus respectivos profesores, emprenderán una excursión científica al Desierto de los Leones", lugar que por sus condiciones naturales resultaba apropiado para las exploraciones (Díaz y de Ovando, 1972: 452).

El 28 de agosto de 1903 se amplió la información al respecto, pues se dio a conocer que a ella asistieron profesores de distintas edades como Manuel María Villada, Porfirio Parra, Guillermo Beltrán y Puga, Felipe Sierra e Ignacio Mangino. Dicha excursión había destacado por el número de excursionistas que a ella concurrieron y por estudios y observaciones realizadas durante la práctica (Díaz y de Ovando, 1972: 453).

La ENP publicó las excursiones como parte de las actividades culturales, en este caso de tinte científico, que llevaba a cabo con el fin de formar jóvenes que colaboraran en el desarrollo social y económico que el país demandaba.

Consideraciones finales

Los profesores de asignaturas científicas de la Escuela Nacional Preparatoria se interesaron en la formación académica mediante cátedras, gabinetes y excursiones. Todos estos elementos brindaron herramientas diferentes para despertar las capacidades científicas de los jóvenes. Asimismo, en las aulas de la ENP también despertaron pasiones vocacionales, que tuvieron mayor vigor o se acallaron, gracias a las excursiones escolares, cuando los alumnos debían enfrentarse a observar, recolectar, clasificar, experimentar y responder a las cuestiones de los fenómenos naturales, siempre al amparo de sus distinguidos profesores.

Es posible que el acervo naturalista de la ENP entre 1868 y 1910 se haya formado, en buena parte, a partir de los especímenes colectados en las excursiones escolares, ya fuera por los alumnos o por los profesores, puesto que era una forma económica, y aprovechaba los recursos materiales y humanos de la misma escuela. Igualmente, era una manera de exponer públicamente los avances de los jóvenes ante la sociedad mexicana, y de propagar la cultura científica que se promovía en la Preparatoria.

Las excursiones fueron el tamiz que decantaba las aspiraciones juveniles para convertirse en ingenieros o farmacéuticos, pues es posible que la pasión por el contacto con la naturaleza afianzara su vocación. Pero resultaría interesante saber si estas mismas excursiones fueron un "filtro" para los estudiantes a los que el campo no ilusionaba y eligieron profesiones más urbanas, como la abogacía, la literatura o el comercio. Asimismo, el laboratorio y el gabinete pudieron haber sido otros "filtros" en el proceso de elección de profesiones a seguir.

Las excursiones de la Escuela Nacional Preparatoria formaron parte del proceso de exploración territorial de México que se desarrolló a lo largo del siglo XIX y continuó en el XX. Estas excursiones, realizadas colectivamente, fueron complementarias a las llevadas a cabo durante las mismas décadas en las escuelas superiores, como la Escuela Nacional de Ingenieros y fueron determinantes en la conformación de la comunidad científica mexicana.

Agradecimientos

Esta investigación es parte del proyecto PAPIIT: *Geografía e Historia Natural: hacia una historia comparada. Los estudios mexicanos* (IN 304407), Instituto de Geografía, UNAM. Asimismo, del proyecto "Geografía e Historia Natural: Hacia una historia comparada. Estudio a través de Argentina, México, Costa Rica y Paraguay". Desde abril de 2005. Financiamiento: IPGH (Geo. 2.1.2.3.1; Hist. 2.1.3.1.1). Responsable: Dra. Celina Lértora, (CONICET- Argentina). Países participantes: Argentina, México, Costa Rica y Paraguay. Agradezco los comentarios de Luz Fernanda Azuela, Lourdes Alvarado, Ulises Iturbe, Consuelo Cuevas Cardona, Cecilia Alfaro y Sebastián Lomelí.

Literatura citada

- Aguilar y Santillán, R. 1900. Influencia del profesor Herrera en el desarrollo del espíritu científico en la República. *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate*, XV: 357-360.
- Altamirano, F. 2002. A la Memoria del Sr. Profesor Don Alfonso Herrera. En Aceves P. y Olea A. (coords.), *Alfonso Herrera: homenaje a cien años de su muerte*. México: UAM-X/CNQFBM.
- Alvarado, L. 2002. Alfonso Herrera Fernández, un académico independiente. En Aceves P. y Olea A. (coords.), *Alfonso Herrera: homenaje a cien años de su muerte*. México: UAM-X/CNQFBM.
- Beltrán y Puga, G. 1891. Reseña de una excursión a la caverna de Cacahuamilpa y a la gruta "Carlos Pacheco" organizada por el Instituto Médico Nacional. *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate*, V: 113-203.
- Beltrán y Puga, G. 1891. Ligeras instrucciones para las expediciones científicas. *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate*, I: 74-82.
- Cicero, R. E. 1900. Discurso pronunciado por el Doctor Ricardo E. Cicero. *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate*, XV: 341-349.
- Díaz y de Ovando, C. y García Barragán, E. 1972. *La Escuela Nacional Preparatoria. Los afanes y los días, 1867-1910*. México: Instituto de Investigaciones Estéticas-UNAM.
- Guevara, R. 2002. *Los últimos años de la historia natural y los primeros días de la biología en México. La práctica científica de Alfonso Herrera, Manuel María Villada y Mariano Bárcena*. México: Instituto de Biología-UNAM.

La “Torre de Tenango”. Un monumento natural

Carlos Esquivel-Macias*, Víctor Bravo-Cuevas*, Jorge Santiago-Bautista**, Iván Pérez-Herrera**, Diana Arenas-Islas** y Rocío Baños-Rodríguez**.

A través del oriente del estado de Hidalgo se observan sorprendentes valles y cordones montañosos que forman parte de la Sierra Madre Oriental, cubiertos por una variada vegetación y constituidos por exposiciones de roca de diversa naturaleza, que otorgan al paisaje un amplio gradiente altitudinal. En particular, el recorrido a Tenango de Doria está acompañado de la presencia frecuente de niebla proveniente del Golfo de México, lo que produce incesantes lluvias sobre la vertiente y genera escurrimiento de agua incluso sobre la carretera. El viaje en este escenario suele resaltar las sombras de algunos aspectos del paisaje, como la profundidad de las barrancas o, como en el presente caso, cuando tras una curva de la carretera se revela un espectacular rasgo del paisaje hidalguense: un imponente cono macizo de 40 metros de altura y 5 metros de diámetro en la base, semejante en tamaño al tronco de una conífera californiana del tipo de las secuoyas; sin embargo, dicha estructura está constituida de roca.

La elevación está formada por depósitos volcanoclásticos que descansan sobre derrames basálticos masivos, los cuales se desarrollaron como resultado de la intensa actividad volcánica suscitada durante la mayor parte del Cenozoico, en lo que ahora es la región de Tulancingo. La estructura que atiende a este reporte se ha distinguido informalmente como la “Torre de Tenango” y, como ya mencionamos, se trata de una serie de depósitos volcánicos que cubren una parte de la Sierra Madre Oriental en la porción oriente del territorio hidalguense. La formación fue resultado de la actividad volcánica explosiva de cuerpos asociados que arrojaron ceniza y grava a gran distancia y altura, por lo que primero fueron expulsados hacia la atmósfera y, eventualmente, cayeron sobre un área extensa acumulándose en espesores de decenas de metros. La disposición uniforme del material se asocia a una cámara a partir de la cual se generaron volúmenes considerables de magma, lo que resultó en la expulsión de gran cantidad de fragmentos incandescentes de tamaño pequeño. Acumulaciones de materiales de esta naturaleza se reconocen a lo largo de muchos kilómetros de la carretera que conduce a Tenango de Doria; sin embargo, es en el tramo entre las poblaciones de Metepec y San Pablito donde alcanzan su máximo espesor y adoptan formas geométricas sorprendentes que, además, testifican un intemperismo y erosión muy intensos, propios del clima tropical-húmedo de la región. Así, formaron un anfiteatro natural de torres de cenizas de caída libre o *ash-fall*, de las cuales la “Torre de Tenango” es la elevación principal.

La configuración cónica muy simétrica de la “Torre de Tenango” debió generarse por la presencia de material rocoso que sirvió durante largo tiempo como una cubierta protectora contra la erosión, produciendo así un desgaste uniforme que moldeó su forma actual. Aunado a esto, permitió el desarrollo de paredes con una inclinación de aproximadamente 85°, valor que excede por mucho la pendiente máxima que puede soportar cualquier cúmulo de materiales volcánicos no consolidados, sin derrumbarse. Cabe señalar aquí que, estructuras de esta naturaleza son comparables a las columnas de origen volcánico que consolidan a los famosos “Frailes de Actopan”. En ambos casos, estamos frente a maravillas naturales que se encuentran en el estado de Hidalgo.

Finalmente, la belleza de este sitio está acompañada desde el punto de vista geológico-paleontológico, por una serie de rocas sedimentarias mesozoicas que albergan un alto contenido de fósiles pertenecientes a moluscos marinos de gran importancia evolutiva y estratigráfica, que dan cuenta de la existencia de una cuenca marina somera hace aproximadamente unos 130 millones de años, en lo que ahora es parte de la región de Tenango de Doria. Aunado a esto, la exploración de esta zona por geólogos y paleontólogos ha conducido a reconocer que el material rocoso que aflora tiene múltiples huellas de los procesos tectónicos de la corteza que causaron la apertura del Golfo de México, hace 120 millones de años y la posterior expansión del Atlántico hace 90; asimismo, está asociado a ambientes generadores de petróleo.



Figura 1. Vista panorámica del área de Tenango de Doria, región nororiental del Estado de Hidalgo.

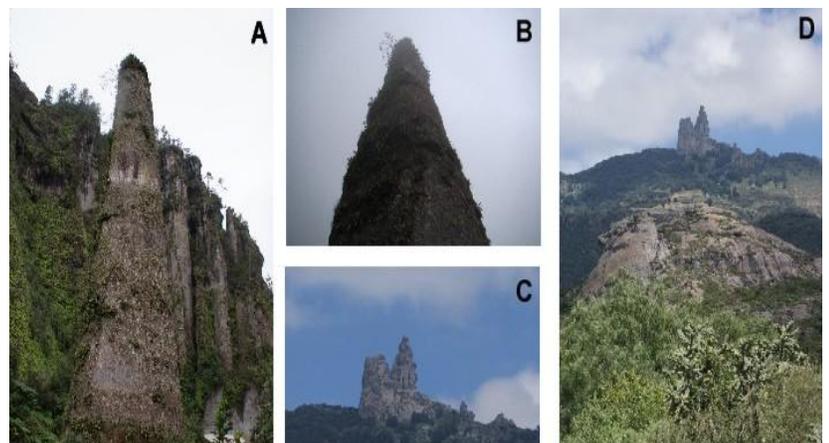


Figura 2. Vista panorámica y acercamiento de la “Torre de Tenango” (A y B, respectivamente) y “Los Frailes” de Actopan (D y C, respectivamente).

*Profesores-investigadores, Museo de Paleontología, Área Académica de Biología, ICBI, UAEH.

**Estudiantes de la Licenciatura en Biología, ICBI, UAEH.

Desde el aula: organismos con carácter

Atilano Contreras-Ramos*

Qué tal estimados lectores. Deseo compartir con ustedes que es un placer y un privilegio participar en *Herreriana* con esta columna y que, con un poco de fantasía, puede uno sentirse como un locutor que frente a su micrófono sabe que hay miles de personas escuchándolo, lo cual además de gusto, otorga una cierta dosis de nerviosismo sobre si uno tiene algo interesante que decir y sobre si lo dirá bien. Hoy quisiera comentarles acerca de lo gratificante que es trabajar en el aula, lo que por cierto también implica un reto.

No importa el tema de que se trate, siempre habrá esa campana gaussiana de los motivados y los no tanto; siempre existirán los que tienen oído y mentes críticas y, al final, todos los alumnos se merecen la mejor cátedra de un profesor más, en cualquier día rutinario. Expresarse oralmente o por escrito de manera correcta puede no ser tan importante para algunos; finalmente, el bombardeo de los medios y de las conversaciones con los cuates no tiene tregua en neologismos, extranjerismos y “metepatismos” que, con franqueza, no son más que errores.

Mi estrategia frente al grupo es tratar de ser yo mismo, en el papel en que estoy, tratando de educar pero sin ser infalible, reconociendo errores e invitando a encontrar soluciones. Más de una vez me he encontrado ante anglicismos, expresados sin una reflexión que intente buscar un vocablo doméstico que cubra el concepto, o que al menos salga honroso en defensa de nuestra herencia cultural. Por ejemplo *accesar* que más bien debiera decirse *acceder*; *forwardear*, que debe ser *reenviar*; o “¿leyeron todos el *paper*?” que debería expresarse como: “¿leyeron todos el artículo?”. Más de una vez algún estudiante me lo ha señalado y lo agradezco. Tampoco se trata de estar todos tensos y acartonados, simplemente hay que ser quienes debemos ser, en el sitio en que estemos; jugar nuestro papel apegados al libreto de la educación y la ética. Abajo les comparto algunos ejemplos de usos erróneos del lenguaje, en particular en el campo de la biología:

1. **Incorrecto: caracter (con sílaba tónica en ter); correcto: carácter.**
2. **Incorrecto: colecta, colector; correcto: recolecta, recolectar.**
3. **Incorrecto: disectar; correcto: disecar, diseccionar, hacer una disección.**
4. **Incorrecto: equitatividad, equitabilidad; correcto: equidad.**
5. **Incorrecto: estadío; correcto: estadio (v.gr., estadio temprano de desarrollo).**
6. **Incorrecto: eutroficación; correcto: eutrofización.**
7. **Incorrecto: varios hábitat; correcto: varios hábitats.**
8. **Incorrecto: listado (v.gr., listado de especies); correcto: lista.**
9. **Incorrecto: mamutes; correcto: mamuts.**

El ejemplo 1 está arraigado entre los biólogos y los errores se pueden transmitir de generación en generación. He escuchado el mito de que *caracter* es el término para señalar características o atributos de los ejemplares o seres vivos, como en *caracter* taxonómico, mientras que *carácter* es para referirse a temperamento, como en “Pedro tiene muy buen carácter”. Por supuesto sólo existe el vocablo *carácter*, tanto para señalar los rasgos del fenotipo y las secuencias de genes y proteínas, como para decir: “en mi carácter de representante” o “ya no te quiero porque tienes muy mal carácter”. En los ejemplos 7 y 9 el plural sigue la misma regla, como en déficit (plural déficits). En ocasiones el uso más frecuente es lo que da la pauta para establecer lo “correcto”. Por ejemplo, apomorfia y plesiomorfia, en mi opinión ambos son correctos, ya que existe el vocablo amorfia (y no amorfía), pero la tendencia ha sido utilizar apomorfía y plesiomorfía, así que reconozco que me he doblegado ante la moda. Por ahora puede proponerse que ambos sean correctos, apomorfia y apomorfía. Recordemos que originalmente era

biosfera y ahora en México se ha extendido la pronunciación biósfera.

Un término que merece explicación es el de organismo. Estrictamente se refiere al conjunto de órganos de una planta o animal, así como a un ser viviente, es decir a un organismo individual. No obstante, con frecuencia se utiliza como sinónimo de grupo biológico, es decir de taxón, que es un uso incorrecto aunque se refiera a un taxón específico (v.gr., una especie en particular). Un uso correcto sería “esta esponja es un organismo pluricelular”. Usos incorrectos serían “los osos son organismos pertenecientes al orden Carnívora” o “la diversidad de organismos es mayor en la selva que en el desierto”, cuando en realidad se quiere decir que las especies de ciertos osos son miembros del taxón Carnívora o que la diversidad de especies es mayor en un tipo de ecosistema que en otro. En ocasiones la línea es tenue, pero si recordamos el significado de organismo, eso nos puede dar la pauta para saber si estamos haciendo buen uso o no del término. A propósito de taxón (también se permite taxon), estrictamente no existe en español el

término *taxa*, para el plural de *taxón*, lo cual es controversial y sin comprometerme a dar una solución, mejor recomiendo usar *taxón* y *taxones*.

Aunque la lista de usos incorrectos no está ni por mucho agotada, no quisiera despedirme sin mencionar dos casos frecuentes de error en el lenguaje común. Uno de ellos es forzar, como en “voy a forzar la cerradura” (correcto) y en “si forzas la llave la romperás” (incorrecto). El verbo forzar se conjuga como esforzar, así que lo correcto es “si fuerzas la chapa resistirá porque es de acero”. Otro caso muy común (hasta famosos conductores de noticiero cometen este error) es el del verbo venir, como en “ayer venimos mi amigo Panchito y yo y no te encontramos en tu domicilio” (incorrecto). Lo correcto es “ayer vinimos y al no encontrarte te dejamos un recado con tu vecina Juanita”, recordemos “... *Es-tas son las ma-ña-ni-tas que veni-mos [tiempo presente] a cantar...*”.

Así que estimados lectores, colegas y alumnos, preocupémonos lo necesario para expresarnos correctamente, sin caer en excesos. Tampoco nos gustaría ser tachados de pedantes o “sabelotodos”, pero sí hagamos un buen papel al dar nuestra próxima clase o al dar respuesta a la difícil pregunta formulada por el profesor. Tampoco olvidemos que es de sabios rectificar. Una última recomendación, consultemos nuestro diccionario de cabecera o aún mejor, agreguemos en nuestros favoritos, el sitio del Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española:
<http://www.rae.es/rae.html>

Agradecimiento

A Ulises Iturbe, quien me llamó la atención a varios usos erróneos del español, en especial al del término organismo.

*Investigador Titular del Departamento de Zoología, Instituto de Biología, UNAM. acontreras@ibiologia.unam.mx

Nota luctuosa

Una marca en el espíritu

Raúl Ortiz-Pulido*

La onda de la explosión me alcanzó un día después. Me llegó por el medio del que se hace la historia, por el que perduran las historias, por el que se graban los hechos en un pueblo, ¡por el boca a boca de los vecinos!

Lo vi sin verlo. Porque he estado allí. Porque cuando joven me tocó ir a muchos gritos de independencia. Vi a la gente, con rostros, con hijos, con padres, con su pareja, con niños en hombros, disfrutando de una fiesta popular. Los vi haciendo preparativos en casa, preguntándose entre parientes, entre amigos, entre vecinos: ¿Vas a ir al grito? Los vi en el gentío, hablando, riéndose, coqueteando, apretujándose, a la expectativa, protegiendo a sus hij@s/herman@s/madres de las olas humanas, sabiendo que se exponen y exponen a los suyos a un posible acto delictivo. ¡Pero nunca a tanto como la muerte!

¿Quién tiene la culpa? En todo acto humano hay actores materiales, intelectuales y los que con su acción o inacción obligaron al hecho. Tal vez a los autores materiales los capturen, ¿pero a los intelectuales?, ¿y a los que obligaron la acción? Me he acostumbrado a no pensar en pequeño, a tratar de buscar las causas últimas de un hecho. Me he preguntado si la culpa es de quien vende las armas al por mayor, o de quien obliga a la gente a tenerlas, o de quien patear al avispero y ocasiona la agresión. Me he acostumbrado también a no descartar a nadie. ¿Quién se verá beneficiado con esto? ¡Maldito quien lo haga conscientemente!

Ha sido un crimen contra todos los mexicanos, porque fue hecho sin mirar a quien fuera, en un sitio donde pudo estar cualquiera. Lo peor es que no es claro de qué grupo salió la granada, es decir, no es claro quién fue el autor intelectual.

Han herido a México donde más duele, en su alegría, en su fiesta y en su gente. Este hecho ha marcado a los mexicanos. Las fiestas populares ya no serán lo mismo. En el futuro quien asista a un evento de estos sabrá que el costo puede ser muy alto, la muerte incluso ¿Cómo serán las fiestas patrias mañana? ¿La primera reacción será refugiarse en el seno familiar?

Seguro el espíritu de los mexicanos resistirá, pues ya ha sido marcado por siglos. ¿Hay algo que duela más que eso para un pueblo? Ya resistimos la conquista, y aquí estamos. Las marcas de ese evento tan lejano aún las traemos puestas. ¿Qué marcas nos dejará esto? El sitio donde ocurrió no importa, porque en realidad, en la imaginación, en la historia del pueblo, fue en cualquier ciudad, fue en todo México. La fecha tampoco es relevante, porque de hoy en adelante puede ser en cualquier fecha donde se junte gente a celebrar popularmente. ¿Qué sigue?

El hecho. Durante la celebración popular de las fiestas nacionales, en el centro de una ciudad mexicana, aventaron dos granadas al gentío. Ocho muertos, cientos de heridos.

Dos noches después, el eco, la imagen, los gritos, la maldad, que no oí, ni vi, ni sentí, no me dejan dormir. ¿Qué país heredaré a mis hijos? ¿Qué hacen en otros países donde han llegado a esta situación? ¿Habrà la capacidad y visión suficiente para resolver esto de raíz?

* Profesor investigador del Laboratorio de Ecología de Poblaciones, Área Académica de Biología, ICBI, UAEH.

Artículo

Los insectos formadores de agallas

Karen Baltazar* e Ignacio Castellanos**

Las agallas son estructuras tumorales formadas por células vegetales en respuesta a la presencia o actividad de organismos inductores que las habitan y se alimentan de ellas. Usualmente las agallas se manifiestan como un tipo de crecimiento anormal generado por el incremento en el número (hipertrofia) y el tamaño (hiperplaxia) de células vegetales en el sitio de crecimiento de la agalla (Meyer 1987). Las agallas son inducidas a partir de células vegetales no diferenciadas en distintas partes de las plantas, pueden estar formadas por tejidos desde simples hasta altamente diferenciados y pueden ser desde esféricas hasta presentar protuberancias muy vistosas. Agallas formadas en diferentes órganos de las plantas:



Figura 1. Agallas formadas por la mosca *Contarinia medicaginis* en flores de alfalfa (imagen tomada de: <http://www.inra.fr/hyppz/ravageur/6conmed.htm>).



Figura 2. Agallas formadas por avispa en hojas de rosa silvestre (imagen tomada de: <http://www.whatsthatbug.com/galls.html>).



Figura 3. Agalla formada por la avispa *Amphibolips* sp. en una rama de encino (*Quercus crassipes*)
© Ignacio Castellanos.



Figura 4. Agallas formadas por avispa dentro de una bellota de encino (*Quercus crassipes*)
© Ignacio Castellanos.



Figura 5. *Amphibolips* sp. emergiendo de una agalla formada en una rama de encino (*Quercus crassipes*)
© Ignacio Castellanos.



Figura 6. Corte transversal de una agalla formada por la avispa *Amphibolips* sp. en un encino (*Quercus crassipes*) en donde se muestra la epidermis, el tejido esponjoso, el tejido nutritivo y la cámara larval.
© Ignacio Castellanos.

La capacidad de inducir agallas en las plantas ha evolucionado en un gran número de taxones. Se conocen más de 15,000 especies de organismos capaces de inducir la formación de agallas, entre los que se encuentran virus, bacterias, algas, hongos, protistas, rotíferos, nemátodos, ácaros e insectos. Entre los insectos, esta capacidad también ha evolucionado de manera independiente y han dejado registros fósiles que datan de hace más de 300 millones de años. Actualmente, se han descrito cerca de 13,000 especies de insectos que forman agallas, distribuidos en los órdenes Hemiptera,

Thysanoptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera e Hymenoptera (Meyer, 1987; Stone y Schönrogge, 2003), y estudios recientes estiman que la riqueza global de insectos formadores de agallas podría ser hasta de 211,000 especies (Espírito-Santo y Fernández, 2007).

A pesar de que los organismos formadores de agallas son comunes, aún no se entiende bien la forma en que actúan. Para el caso de las bacterias, se sabe que pueden inducir el crecimiento anormal de las células vegetales que dan origen a las agallas a través de la manipulación genética de la planta hospedera. La bacteria

Agrobacterium tumefaciens inserta una porción de DNA dentro del genoma de algunas de las células de su planta hospedera; posteriormente, éstas producen sustancias análogas a las hormonas vegetales que finalmente desencadenan el crecimiento anormal de las células, lo que da origen a la agalla (Thomashow, *et al.* 1984). En cambio, los insectos pueden inducir estas formaciones al secretar ellos mismos las sustancias análogas a las hormonas de las plantas que inducen el crecimiento anormal de las células vegetales (Sopow *et al.*, 2003).

La evidencia actual sugiere que la formación de agallas afecta de manera negativa a las plantas. Se cree que su inducción evolucionó de insectos herbívoros que no las formaban, debido a que éstas le confieren al insecto ciertas ventajas (Stone *et al.*, 2002, Invar, *et al.*, 2004). Price y colaboradores (1986, 1987) han propuesto tres de las hipótesis más plausibles para explicar el valor adaptativo que tienen las agallas para los insectos: la de defensa, la nutritiva y la microambiental. La primera plantea que las agallas forman una barrera física cuya función es la de dar protección al insecto, ante el ataque de sus enemigos naturales. Existen varios estudios que apoyan esta hipótesis; sin embargo, las agallas no siempre representan un espacio libre de enemigos porque muchas son atacadas por parásitos y depredadores que a menudo infringen alta mortalidad a los insectos inductores (Price *et al.*, 1987, Stone y Schönrogge, 2003). La hipótesis nutritiva plantea que las agallas proveen a los insectos fitófagos (que se alimentan de plantas) de una mejor calidad nutricional, en comparación con otros tipos de alimentación, debido a que muchas poseen tejidos altamente diferenciados y más nutritivos que los tejidos vegetales que no presentan agallas. Existen varios estudios que muestran que los tejidos que forman las agallas presentan un alto contenido de nitrógeno soluble, carbono, azúcares, lípidos, aminoácidos y proteínas, lo que apoya la hipótesis nutritiva. La hipótesis microambiental plantea que los tejidos especializados de las agallas actúan como protección para el insecto ante condiciones abióticas desfavorables; sin embargo, no ha sido posible precisar cuáles factores abióticos son importantes en este aspecto. Recientemente, en un estudio que realizamos en el municipio de Singuilucan, Hidalgo, pudimos demostrar que las agallas formadas por las avispas (*Amphibolips* sp.) en los encinos (*Quercus crassipes*) proveen al insecto de protección térmica (datos no publicados), lo cual apoya la hipótesis microambiental.

Los insectos, y las agallas que inducen, poseen una serie de características que los han convertido en modelos de estudio en ecología y evolución. Por ejemplo, las asociaciones entre los insectos formadores de agallas y sus plantas hospederas son de las interacciones interespecíficas más delimitadas e íntimas que se conocen, debido a que los organismos de una sola especie de insecto inducen agallas en un único órgano de una determinada especie de planta. Se sabe también que diferentes especies de insectos inducen agallas

morfológicamente distintas. Incluso se ha logrado determinar que la morfología de las agallas es controlada por el insecto y no por la planta, lo que ha llevado a describirlas como parte del fenotipo extendido de los insectos que las generan (Stone y Schönrogge, 2003; Inbar *et al.*, 2004).

Las agallas inducidas en los encinos por algunas especies de avispas de la familia Cynipidae se han convertido en modelos de estudio debido a que soportan comunidades altamente estructuradas y taxonómicamente diversas que incluyen especies de insectos inductores, especies de insectos que se alimentan de las agallas y especies de invertebrados y vertebrados que se alimentan de los herbívoros (Stone *et al.* 2002). Por último, las agallas son fáciles de recolectar y tanto los insectos inductores como sus enemigos naturales son relativamente sencillos de contar, además de que sus interacciones son relativamente fáciles de inferir (Stone y Schönrogge 2003).

Agradecimientos

Al apoyo económico brindado por el FOMIX-CONACyT 2006, clave 43761, intitulado "Diversidad Biológica del Estado de Hidalgo" y el Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP), Secretaría de Educación Pública, México.

Literatura citada

- ❑ Espirito-Santo, M. M. y Fernandes, G. 2007. How many species of gall-inducing insects are there on Earth, and where are they? *Annals of the Entomological Society of America*, 100: 95-99.
- ❑ Inbar, M., Wink, M. y Wool, D. 2004. The evolution of host plant manipulation by insects: molecular and ecological evidence from gall-forming aphids on *Pistacia*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 32: 504-511.
- ❑ Meyer, J. 1987. *Plant Galls and Gall Inducers*. Gebruder Borntraeger, Berlin.
- ❑ Price, P. W., Waring, G. L. y Fernandes, G. W. 1986. Hypotheses on the adaptive nature of galls. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 88: 361-363.
- ❑ Price, P. W., Fernandes, G. W. y Waring, G. L. 1987. Adaptive nature of insect galls. *Environment Entomology*, 16: 15-24.
- ❑ Sopow, S. L., Shorthouse, D., Strong, W. y Quirring, D. T. 2003. Evidence for long-distance, chemical gall induction by an insect. *Ecology Letters*, 6: 102-105.
- ❑ Stone, N. G., Schönrogge, K., Atkinson, R. J., Bellido, D. y Pujade-Villar, J. 2002. The population biology of oak gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae). *Annual Review of Entomology*, 47: 633-668.
- ❑ Stone, N. G. y Schönrogge, K. 2003. The adaptive significance of insect gall morphology. *Trends in Ecology and Evolution*, 18: 512-521.
- ❑ Thomashow, L.S., Reeves, S. y Thomashow, M. F. 1984. Crown gall oncogenesis: evidence that a T-DNA gene from the *Agrobacterium* Ti plasmid pTIA6 encodes an enzyme that catalyzes synthesis of indoleacetic acid. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 81: 5071-5075.

* Estudiante de la Licenciatura en Biología, Laboratorio de Interacciones Biológicas, Área Académica de Biología, ICBI, UAEH

** Profesor-Investigador del Laboratorio de Interacciones Biológicas, Área Académica de Biología, ICBI, UAEH.

Abriendo una ventana al Jurásico de Hidalgo

Diana Arenas-Islas* y Carlos Esquivel-Macias**

Mirar al suelo comúnmente se considera signo de tristeza o desilusión, sin embargo, esto no siempre es verdad. Es fácil para nosotros, erguidos en dos extremidades, demeritar todo aquello que se encuentre a nuestros pies, incluso el suelo, de manera que llegamos a utilizar frases como; “*volando bajo*”, “*a tus pies*” o “*¡pisotéalos!*” Contrario a esto es mirar al cielo, en donde se pueden ver planetas distintos y todo un universo lleno de posibilidades.

Afortunadamente esto es sólo un prejuicio y los científicos han encontrado bajo nuestros pies un mundo de maravillas. Efectivamente, lo que a diario pisamos es nada menos que el planeta Tierra, en donde podemos encontrar una impresionante diversidad de procesos naturales y, quizá lo más notable, comprender que la vida, un fenómeno asombroso, surgió en él.

Para brindar un ejemplo de lo anterior, viajaremos no muy lejos, simplemente nos quedaremos en la porción del planeta que habitamos: el estado de Hidalgo, en donde hay una gran diversidad faunística que podemos percibir con sólo abrir los ojos y observar detenidamente. Sin embargo, usualmente tomamos en cuenta sólo aquello que nuestros ojos poco entrenados pueden ver, pero hay mucho más que podría sorprendernos cuando aprendemos a observar, como comunidades complejas en un árbol, insectos pequeños que libran guerras completamente organizadas, aves que trazan rutas migratorias y elaboran complicados nidos o arañas que hacen su fama como arquitectos de estructuras impresionantes con su seda de receta secreta.

Pero si consideramos que el planeta ha albergado vida durante la mayor parte de su historia y que además guarda registros de ello, encontraremos que la biodiversidad de nuestro estado va mucho más allá de los límites horizontales del tiempo presente y que si retrocedemos en él hallaremos en los estratos geológicos vestigios de un pasado que no imaginábamos. El tiempo transforma todo, a cada uno de nosotros, en los rasgos, la conducta y las modas. De igual manera, la Tierra cambia y tales cambios quedan registrados en las rocas, a quienes si les preguntamos con el lenguaje correcto, nos cuentan su historia.

La geología y la paleontología tratan de descifrar lo mucho que las rocas pueden decir, y así, una vez que se conocen sus secretos, se nos revela una ventana al impresionante mundo antiguo. Llamar ventanas a estas maravillas de conservación de la naturaleza es más que una metáfora y esta impresión llega a ser tan compartida, que en algunos idiomas existen términos precisos para referirse al hallazgo de rocas portadoras de tales evidencias. En nuestro idioma les llamamos afloramientos fósiles y, por ejemplo en alemán, existe un término tan poco poético como “*Konservat-Lagerstätten*” para referirse a ello.

Tenango de Doria y sus amonites

Tenango de Doria es un municipio localizado en la parte nororiental del estado; geológicamente, el área posee un conjunto de unidades de rocas mesozoicas y cenozoicas, una de las cuales es la llamada Formación Huayacocotla. Una formación es un conjunto de rocas que pertenecen a un mismo evento geológico, dentro de un lapso definido, por lo tanto tienen la misma edad y comparten ciertas características.

De acuerdo con la Carta Geológica de México (2007), esta formación representa un evento de transgresión marina en el Jurásico, es decir, que el mar avanzó considerablemente sobre los continentes. Como en todos los cuerpos de agua, el fenómeno de sedimentación, que es normal, se da como resultado habitual de la concomitante precipitación de restos orgánicos e inorgánicos, particularmente sitios donde se forman rocas de grano fino o lutitas. Es el caso del oriente de Hidalgo, durante ese periodo se intercalaron lutitas con limo y arena, excelentes preservadores de fósiles; esto permitió que se conservaran registros de mucha de la fauna que habitaba en ese sitio: amoniteos, bivalvos y crinoideos (Esquivel-Macias *et al.*, 2005; Gayoso-Morales, 2007; Granados-León, 2007 y Hernández-Velásquez, 2007, entre los estudios más recientes).

Los amonites son fósiles muy útiles como indicadores del tiempo geológico en el que vivieron. Fueron moluscos, pertenecientes a la clase de los cefalópodos, parecidos en cierto modo a los actuales nautilus; estos cefalópodos que poseían una concha que se enrollaba sobre su parte dorsal hoy se han extinguido. Sólo se encuentran sus registros en sedimentos del Paleozoico y del Mesozoico, en los cuales nuestra región es notable.

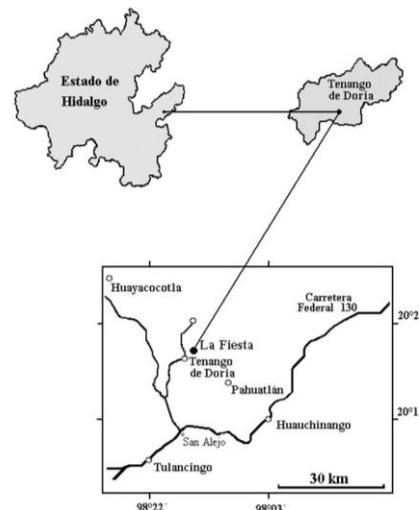


Figura 1. Vista del municipio de Tenango de Doria, ubicación geográfica. Tomado y modificado de Encarta 2006.

Tenango de Doria (Fig. 1) presenta afloramientos que contienen amonites en abundancia, cuya sola presencia nos habla de un ambiente muy distinto al que ahora presenta la zona, ya que estos animales pertenecieron a ambientes marinos, peculiares del periodo en el que vivieron.

Uno de los afloramientos de Tenango de Doria, de reciente descubrimiento, se ha denominado “La Fiesta”, ya que el día de su descubrimiento se celebraba una fiesta religiosa local cercana, lo que dificultaba el acceso al afloramiento; pero además, por la abundancia y diversidad de amoniteos concentrados ahí, el día se tornó en un festejo para los paleontólogos que participamos del descubrimiento. El sitio se encuentra sobre el camino de acceso a la comunidad otomí “El Desdavi”; el descubrimiento se facilitó porque los habitantes de la región han extraído la roca por años para revestir el camino, por lo que ya era evidente la presencia de amonites sobre el mismo.

Lo que se ha encontrado

En el afloramiento se han identificado especies índice del Jurásico Inferior, como los amonites *Paltechioceras harbledownense*, *P. tardecrescens*, *P. rothpletzi*, *Orthechioceras pauper*, *O. incaguasiense* y *O. jamesdanae*, todas las cuales pertenecen a la época del Sinemuriano Superior (Blau *et al.*, 2003). Asimismo, *Arnioceras ceratitoides* indica la base de esa etapa del Sinemuriano (Meister *et al.*, 2002), por lo que hay bastante certeza sobre la edad.

Además de la interesante variedad de cefalópodos, hasta el momento se han identificado otros moluscos, pertenecientes a la Clase Bivalvia. De los bivalvos se puede extraer importante información sobre las condiciones ambientales de la cuenca en que habitan, deduciéndolo a partir de los modos de vida que indican sus conchas (Laporte, 1974). Ejemplo de ello es la especie *Posidontis semiplicata*, identificada en el sitio de estudio, la cual es conocida de sedimentos provenientes de un ambiente con condiciones disóxicas (Aberhan y Pálffy, 1996), es decir, con una importante carencia de oxígeno en el agua. Otros grupos tienen hábitos bentónicos, tanto infaunales como epifaunales (Delvene, 1998), lo que indica un fondo blando que nos permite inferir un alejamiento del sitio de plataforma continental respecto de la línea de costa. Estamos hablando de un total de nueve morfoespecies de bivalvos, cuyos representantes fósiles, por su estado de conservación, son de difícil identificación taxonómica, aunque no imposible. En la mayoría se ha logrado llegar, con suficiente certidumbre, a la diagnosis del género; el resto se consideraron morfoespecies. Sin embargo, pese a desconocer en algunos casos su asignación taxonómica, es posible decidir su hábito de vida y lo que es mejor, el número total de especímenes diferentes da certeza a los índices de diversidad.

Otras pistas del pasado

Un detalle importante que proporciona más pistas acerca de las condiciones ambientales es el acomodo de los fósiles, tanto en un plano horizontal, como el que presentan unos con respecto de otros (Fig. 2). La habilidad de obtenerlas se llama tafonomía, que es una disciplina que aporta componentes fundamentales a la paleoecología. Es importante observar la integridad del material, cuyo grado de destrucción es un indicativo casi constante en los restos fósiles de cualquier sitio. Con ello

nos daremos una idea de la dinámica del agua, respecto a la cual las conchas de los moluscos presentan direccionalidad preferente, es decir no se encuentran acomodadas al azar, sino que la longitud mayor de la concha o fragmento está ubicada de manera paralela a la dirección de la corriente.



Figura 2. Amonites, los cuales muestran direccionalidad, el diámetro mayor de ambos ejemplares, se encuentra paralelo, uno con respecto al otro.

La prosperidad de estas aguas del Jurásico no era sólo compartida por amonites y bivalvos; es importante no descartar ni por un momento la presencia de otros ejemplares, como crinoideos, algas o peces; incluso se sabe que hay influencia de plantas terrestres como depositarias de materia orgánica en el agua. Asimismo, de acuerdo a la observación de láminas delgadas, se han encontrado restos orgánicos que pudieran atribuirse a esporas o granos de polen, los cuales fueron acarreados al sitio de estudio por ríos. Investigaciones recientes de uno de nosotros con colegas geoquímicos (Flores-Castro *et al.* 2006) han encontrado pigmentos vestigiales derivados de la clorofila de plantas como el pristano y el fitano; además, encontraron que la masa de agua tenía cualidades consistentes con lo predicho, con base en los fósiles que aquí se contemplan. Estos mismos estudios han revelado ciertos datos de mucho interés, por medio del análisis de elementos mayoritarios y elementos traza. Los elementos mayoritarios son aquellos que se presentan con una concentración mayor de 1% en peso del sedimento. Se encuentran generalmente como óxidos y su degradación a metales libres es indicadora de condiciones reductoras. Además, se puede determinar el ambiente tectónico dominante, la procedencia del sedimento (tipo de roca que le dio origen) y el nivel de intemperismo.

Un enfoque semejante se aplica a los elementos traza, los cuales se encuentran en concentraciones menores del 1% en las rocas. De ellos podemos obtener datos también sobre la oxigenación, sin embargo, se puede precisar mejor el origen de las condiciones reductoras. De acuerdo con lo anterior y los estudios realizados se tiene que los sedimentos se depositaron en un margen continental activo con una clara tendencia hacia un arco de islas (Flores-Castro *et al.* 2006).

Lo que los fósiles indican...

Hasta ahora podemos inferir ciertas cualidades del ambiente antiguo referido, como son los hábitos de alimentación de los amonites, los ambientes marinos a los que pertenecían, las relaciones de las almejas con el sustrato con base en las cualidades morfofuncionales de las conchas de ambos grupos de moluscos (Laporte, 1974) y se puede decir, de manera certera, que en el actual valle de montaña, donde se ubica Tenango de Doria, había un mar cálido tropical somero epicontinental, con fondos cuya agua presentaba restricciones para la circulación y por lo tanto para su oxigenación. Adicionalmente, existen líneas de evidencia convergentes que permiten afinar tal punto de vista, como son el estudio y observación de las cualidades litológicas. Esto significa que es necesario pasar largas horas al microscopio viendo, además de los fósiles, la forma en que se entrelazan y han sido desgastados los granos de la roca. A dicha actividad se le denomina petrología sedimentaria y permite definir las distancias y los regímenes de energía a los que han estado expuestos los propios fósiles (Laporte, 1974).

De los bivalvos en general sabemos que son animales filtradores (Ruppert y Barnes, 1996) de aguas que cubren sus requerimientos nutricionales. Esto quiere decir que para sostener esta diversidad biológica las condiciones eran buenas; el agua contenía una gran cantidad de materia orgánica en suspensión, por lo que seguramente debió haberse tratado de aguas turbias. Además, se encuentra el detalle de la presencia de *Posidontis semiplicata*, bivalvo que vive en condiciones en las que hay muy poco oxígeno en el agua. Estas condiciones posiblemente se debieron a dos factores, a una alta tasa de descomposición de la materia o a una dinámica del agua que impide una oxigenación eficiente; incluso pudiesen ser ambos casos, dadas las condiciones reductoras-anóxicas que había. Ahora bien, no todos los bivalvos son tolerantes a los bajos niveles de oxígeno, por lo que, el hecho de que se les encuentre junto a *P. semiplicata*, sugiere que el resto o la mayoría fueron movidos de su sitio original por fenómenos que implican corrientes marinas o bien flujo y reflujo marea. Lo anterior puede ser apoyado por la presencia de especímenes con ambas valvas articuladas, lo que quiere decir que se fosilizaron *in situ*, mientras que el resto de los bivalvos se encuentran sólo representados con una valva, lo que indica que fueron sometidos a la dinámica del agua.

Para tener una idea aproximada de la profundidad del mar, tomaremos en cuenta lo que sabemos sobre amonites, eso es que nadaban y se desplazaban en la columna de agua y cuando morían flotaban brevemente para después depositarse en el sedimento; sin embargo, muchas veces esta caída no era el destino final, sino que en ocasiones aún seguían moviéndose por la fuerza del agua. Si consideramos los tamaños de las conchas, es fácil deducir que las pequeñas eran movidas con más facilidad por las corrientes de agua que las de mayor tamaño. En este afloramiento se presenta un intervalo de medidas de 40 a 180 milímetros. El tamaño menor corresponde a la especie *Paltechioceras burckhardtii*

(Meister, *et al.*, 2005), y el mayor a *P. harbledownense*. Hasta ahora, esta última es la que ha superado en número a *P. burckhardtii*, y a otras especies cuyos organismos tenían tallas pequeñas (*Orthechioceras jamesdanae*, *O. pauper*, *Plesechioceras cihuacoatl*, *P. tardecrescens*). Por lo tanto, el modelo que indica que los organismos pequeños son arrastrados hacia zonas más profundas con mayor facilidad, y que es donde habitaba el amonite más grande, encaja bien con lo encontrado hasta el momento.

Independientemente de la información obtenida hasta ahora, se encuentran en curso estudios con base en la aplicación de pruebas, como índices de biodiversidad y análisis de frecuencia de tallas, para cotejar la información obtenida a partir de la medición de ejemplares con respecto a lo observado por medio de técnicas petrológicas. En este contexto de análisis de diferentes líneas de evidencia es pertinente continuar la identificación taxonómica del material disponible, cuyo análisis morfofuncional (Fig. 3) es muy informativo. De esta manera, se esperan obtener conclusiones que permitan descubrir detalles de un ambiente antiguo ya desaparecido, pero que ha dejado sus vestigios en roca expuestos a los ojos de quien se prepare adecuadamente para leerlos.

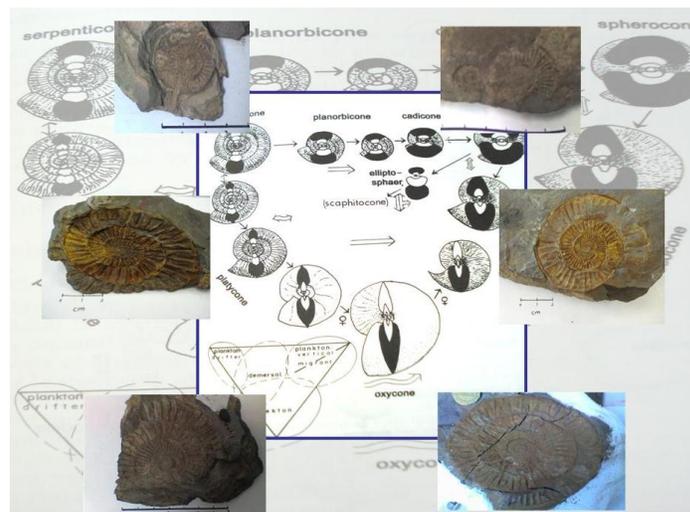


Figura 3. Diferentes tipos de morfología que pueden presentar, característica indicadora de la distribución espacial que tenían las diferentes especies.

“Records” mundiales para la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Durante la segunda recolecta realizada en “La Fiesta” se encontró un espécimen excepcional de *P. harbledownense*, amonite en cuyo diámetro de 18 centímetros (Fig. 4) nos inspiramos para escribir el presente ensayo, ya que el máximo había sido de 12 (Blau *et al.*, 2003) en ejemplares recolectados por extranjeros a lo largo del siglo XX (antes de que hubiera paleontólogos en Hidalgo). El ejemplar encontrado ha superado ampliamente a los otros, indicando, entre otras cosas, que la calidad e intensidad de las recolectas ha sido mejorada. Además del “record” logrado, el hecho de que se encontrara también una población abundante de grandes

amonites, de ésta y otras varias especies, llama la atención sobre este afloramiento, porque nos da testimonio de una biota que fue particularmente próspera en el lugar.

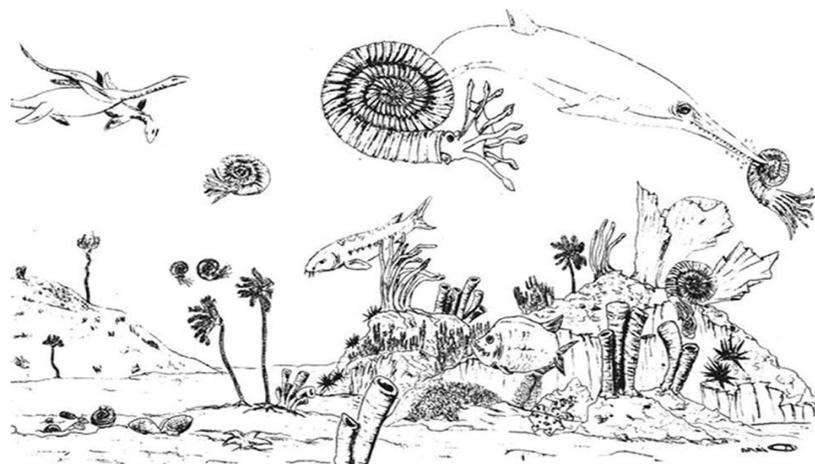


Figura 4. Fotografía de *Paltechioceras harbledownense*, hasta ahora es el amonite de mayor tamaño encontrado para su especie.

Panorama final

El material extraído, si bien aún está bajo estudio como parte de una tesis profesional, ha comenzado a revelar interesantes cualidades de la fauna y del ambiente en que vivía cuando habitaba esa porción de mar.

Por ahora nos conformaremos con imaginar una hermosa playa (sin basura), en la cual, si nos adentramos un poco, podremos encontrar una gran cantidad de amonites nadando en una columna de agua algo turbia por la materia orgánica disuelta, en cuyo piso veremos una importante diversidad de bivalvos filtrando aquel rico banquete; mar adentro veremos peces y, ¿por qué no?, algún ictiosaurio en busca de una presa entre la comunidad de amonites como *Paltechioceras harbledownense*, al cual encontraremos moviéndose a través de la columna de agua en zonas más profundas, adentro en el mar, un mar cuyas plataformas continentales eran dominadas por amonites, mientras que los dinosaurios dominaban tierra firme (Fig. 5).



Bibliografía

- ▣ Aberhan M. y J. Pálffy. 1996. A low oxygen tolerant east Pacific flat clam (*Posidonotis semiplicata*) from the Lower Jurassic of the Canadian Cordillera. *Canada Journal Earth Sciences*. 33: 993-1006.
- ▣ Blau, J., C. Meister, R. Schlatter, R. Schmid-Effing. 2003. Ammonites from the lower Jurassic (Sinemurian) of Tenango de Doria (Sierra Madre Oriental, México) Part III; Echioceratinae. *Revue Palaibologie Geneve*, 22 (1), 421-437.
- ▣ *Carta Geológica de México. Texto explicativo*. Servicio Geológico Mexicano. Escala 1 : 2000000. 6ta. Edición. 2007.
- ▣ Delvene G. 1998. Bivalvos del Jurásico Medio Superior de la Cordillera Ibérica Nororiental (Ariño y Oliete, España). *Coloquios de Paleontología*. Núm. 49. 55-71.
- ▣ Esquivel-Macias, C., R.G. León-Olvera, K. Flores-Castro. 2005. Caracterización de una nueva localidad fosilífera del Jurásico Inferior con crinoides y amonites en el centro oriente de México. (Temapá-Hidalgo). *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 22(1):97:114.
- ▣ Flores-Castro K., C.A. Angeles-Cruz, J. M., Torres-Valencia, J. S. Armstrong-Altrin y C. Esquivel-Macias. 2006. Pristane/Phytane ratio in sinemurian siliciclastic rocks from the Huayacocotla group ; State of Hidalgo, México. 10th ALAGO Congress on Organic Biochemistry. *Latin American Association of Organic Geochemistry*. 214-217.
- ▣ Gayoso-Morales, M. A. 2007. *Análisis paleoambiental mediante fósiles de invertebrados del Jurásico Inferior (Sinemuriano) en la localidad del Bopo, Hidalgo, México*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tesis de Licenciatura, 123 pp.
- ▣ Granados-León, A.. 2007. *Interpretación de paleoambientes marinos del grupo Huayacocotla con base en invertebrados fósiles en la localidad "Peña Blanca", Municipio de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo, México*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tesis de Licenciatura, 62 p.
- ▣ Hernández-Velázquez, E. J., 2007, *Interpretación de paleoambientes del Sinemuriano superior (Jurásico inferior) del Grupo Huayacocotla en la región de Pahuatlán, Puebla*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tesis de Licenciatura, 123 p.
- ▣ Laporte L. F. 1974. *Los ambientes antiguos*. Ediciones Omega. USA. 115 p.
- ▣ Meister, C., J. Blau, R. Schlatter y R. Schmidt-Effing. 2002. Ammonites from the lower Jurassic (Sinemurian) of Tenango de Doria (Sierra Madre Oriental, México). Part II: Phylloceratidea, Lytoceratoidea, Schloteimiidae, Arietitinae, Oxynoticeratidae and Eoderoceratidae. *Revue Paleobiologie*, 21(1): 391-409.
- ▣ Meister, C., J. Blau, J. L. Domergues, R. Schlatter, R. Schmidt-Effing y K. Burk. 2005. Ammonites from the lower Jurassic (Sinemurian) of Tenango de Doria (Sierra Madre Oriental, México). Part IV: Biostratigraphy, Palaobiogeography and taxonomic addendum. *Revue Paleobiologie*, 24(1): 365-384.
- ▣ Ruppert E. E. y R. D. Barnes. 1996. *Zoología de los invertebrados*. Sexta edición. McGraw-Hill Interamericana. USA. 1114 p.
- ▣ Tarbuck E. J. y E. K. Lutgens. 2001. *Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física*. Sexta edición. Prentice Hall. 540 pp.

*Estudiante de la Licenciatura en Biología, Área Académica de Biología, ICBI, UAEH.
 **Profesor Investigador del Museo de Paleontología, Área Académica de Biología, ICBI, UAEH

Figura 5.
 Reconstrucción
 de las
 condiciones
 ambientales de
 la cuenca
 Huayacocotla.

Normas Editoriales

1. Las colaboraciones pueden ser de varios tipos:
 - a) Artículos y notas informativas sobre cualquier área de las ciencias naturales y las matemáticas.
 - b) Narraciones sobre experiencias propias. Por ejemplo, anécdotas sobre lo ocurrido durante algún trabajo de campo, sobre cómo surgió el interés por la ciencia o cómo es que se eligió algún tema de estudio.
 - c) Reflexiones en torno al quehacer científico.
 - d) Entrevistas o pláticas sostenidas con colegas académicos.
 - e) Reportes de sucesos o eventos ocurridos en los centros de trabajo.
 - f) Cuentos y ensayos que ayuden al lector a saber más acerca de algún fenómeno natural.
 - g) Recreaciones biográficas e históricas de los científicos y las instituciones de investigación.
 - h) Dilo con un gráfico, ya sea foto o dibujo.
2. El tamaño del escrito deberá ser menor a 10 cuartillas a doble espacio, en texto corrido (sin justificar), letra Times New Roman 12 pts.
3. Los textos deben estar redactados en un lenguaje que pueda ser entendido por la población en general. Si es posible, deberán evitarse las citas bibliográficas, si no, deberán de ir entre paréntesis en el texto (apellido y año) y referirse en la bibliografía al final.
4. Los dibujos, gráficas y fotografías deberán remitirse en archivo por separado en formato JPEG.
5. Los pies de figura de las ilustraciones se mandarán al final del texto y en orden correspondiente.
6. Las colaboraciones deben enviarse al correo: herreriana@uaeh.edu.mx

Editorial

Consuelo Cuevas Cardona

Cosas muy graves están ocurriendo en nuestro país. La violencia se ha desatado y cada mañana abrimos el periódico en espera de que no hayan ocurrido más asesinatos. Raúl Ortiz-Pulido se encargó en esta ocasión de escribir una nota luctuosa por el atentado ocurrido en Morelia, Michoacán el pasado 15 de septiembre, un crimen sin nombre perpetrado contra gente inocente, como suelen ser los actos terroristas. Sin embargo, debemos sobreponernos; los actos de violencia no deben paralizarnos y debemos continuar con el trabajo y con la vida. Es así que entre los artículos que reflejan el trabajo científico que se está realizando en nuestra comunidad se encuentran varios. Arturo Sánchez-González y sus alumnos nos regalan algunos datos preliminares del estudio que realizan sobre la flora vascular del estado de Hidalgo; Iriana Zuria y Elizabeth Cervantes-Cornihis tratan de las numerosas propiedades de los bordes agrícolas, sistemas utilizados desde la época prehispánica que, entre otros aspectos, permiten la conservación del suelo. Por su parte, Karen Baltasar e Ignacio Castellanos se refieren a las agallas cuya formación inducen algunos insectos en ciertas plantas y que son modelos de estudio en ecología y evolución. Diana Islas y Carlos Esquivel nos explican cómo el análisis de los fósiles nos puede dar todo un panorama de los ambientes que existieron en el pasado y nos muestran la presencia de un amonite excepcional descubierto por ellos. Estos mismos autores, junto con Víctor Bravo-Cuevas, Jorge Santiago-Bautista, Iván Pérez-Herrera y Rocío Baños-Rodríguez nos llevan de la mano a conocer un monumento natural existente en Hidalgo, una “torre” que se levanta en Tenango de Doria.

Herreriana se honra en esta ocasión con las colaboraciones de tres compañeros de universidades amigas. El comentario de José Luis Navarrete-Heredia, de la Universidad de Guadalajara, es un divertido relato acerca de la relación que él ha encontrado entre la zoología y la lucha libre. Por su parte Rodrigo Antonio Vega y Ortega Baez, estudiante de posgrado de la UNAM, nos envió un artículo histórico que nos muestra que en el siglo XIX las excursiones naturalistas fueron relevantes en la formación de los alumnos de la Escuela Nacional Preparatoria. Por último, Atilano Contreras-Ramos, también de la UNAM, nos lleva a reflexionar, como siempre, ahora sobre la enseñanza y el uso correcto o incorrecto del lenguaje en el aula.

CONTENIDO

Herreriana	Vol. 4, No. 2	Octubre de 2008
<i>Artículo</i>		
Bordes agrícolas en Hidalgo	1	<i>Reflexiones</i>
<i>Comentario</i>		Desde el aula: organismos con carácter
Esbozo de un Bestiario de la lucha libre	4	<i>Nota lucuosa</i>
<i>Artículo</i>		Una marca en el espíritu
Datos preliminares sobre la flora vascular del estado de Hidalgo	6	<i>Artículo</i>
<i>Comunicaciones</i>		Los insectos formadores de agallas
Ganadores del concurso de fotografía de la semana de la Biología	8	<i>Artículo</i>
<i>Artículo Científico</i>		Abriendo una ventana al Jurásico de Hidalgo
Las excursiones escolares de la Escuela Nacional Preparatoria en el siglo XIX.		<i>Normas Editoriales</i>
Formación y vocación científicas	10	<i>Editorial</i>
<i>Nota Científica</i>		<i>Contenido</i>
La "Torre de Tenango". Un monumento natural	13	<i>Colaboraron en este número</i>
		23

Colaboraron en este número

Erika Álvarez Zúñiga, Rocío Baños-Rodríguez, Víctor Bravo Cuevas, Karen Baltasar, Ignacio Castellanos, Elizabeth Cervantes-Cornihns, Atilano Contreras-Ramos, Ana Lilia Cuevas, Carlos Esquivel, Diana Islas, José Luis Navarrete-Heredia, Raúl Ortiz-Pulido, Miguel Ángel Palacios Sánchez, Iván Pérez-Herrera, Arturo Sánchez-González, Jorge Santiago-Bautista, Rodrigo Antonio Vega y Ortega Baez e Iriana Zuria.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

LUIS GIL BORJA
Rector

HUMBERTO AUGUSTO VERAS GODOY
Secretario General

EVARISTO LUVIÁN TORRES
Secretario General Administrativo

MARCO ANTONIO ALFARO MORALES
Coordinador de la División de Extensión

OTILIO ARTURO ACEVEDO SANDOVAL
Coordinador de la División de Investigación y Posgrado

OCTAVIO CASTILLO ACOSTA
Director del Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

CARLOS DOMÍNGUEZ GONZÁLEZ
Secretario Académico del ICBI

ALBERTO ENRIQUE ROJAS MARTÍNEZ
Jefe del Área Académica de Biología

REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA**Centro de Investigaciones Biológicas**

**Ciudad Universitaria, Carretera Pachuca-Tulancingo
km 4.5 s/n. C.P. 42184, Col. Carboneras,
Mineral de la Reforma, Hidalgo, MEXICO.**

**Correspondencia dirigirla a Herreriana, A. P. 69-1
Pachuca de Soto, Hidalgo, MEXICO C. P.42001**

**Teléfono: 01(771) 7172000 ext. 6644, 6664 y 6712
Fax: 01(771) 7172112
Correo electrónico: herreriana@uaeh.edu.mx**

¡Consúltalo, y bájalo en PDF!

www.uaeh.edu.mx/investigacion/biologia/herreriana.htm

¡Checa también los números anteriores!

Los artículos firmados son responsabilidad de su autor y no necesariamente reflejan la opinión de Herreriana. Se permite la reproducción parcial o total del contenido escrito previo permiso por e-mail de la editora.

ISSN: 1870-6371

Distribución y consulta en archivo PDF por e-mail y WEB:
www.uaeh.edu.mx/investigacion/biologia/herreriana.htm