



# HERRERIANA

**Revista de Divulgación de la Ciencia**



**Año 8, No. 2, octubre de 2012**

**Área Académica de Biología  
Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, UAEH**



Área Académica de Biología  
Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

## DIRECTORIO

EDITORA GENERAL  
Consuelo Cuevas Cardona

EDITORES ASOCIADOS  
Ulises Iturbe Acosta

Katia A. González Rodríguez

CONSEJO EDITORIAL  
Jesús Martín Castillo Cerón  
Consuelo Cuevas Cardona  
Katia A. González Rodríguez  
Ulises Iturbe Acosta

Gerardo Sánchez Rojas

DIAGRAMACIÓN Y DISEÑO  
Gerardo Sánchez Rojas  
Dante Alfredo Hernández Silva

## CONTENIDO

	Página
<b>¡Dejar de comer gualumbos!, ¿por qué?</b> Alberto Enrique Rojas Martínez y Olivia Noguera Cobos	1
<b>Una vida entre fósiles: Entrevista a la Dra. Katia A. González Rodríguez</b> Adriana Gisela Hernández Álvarez	3
<b>La importancia de la fauna asociada a una planta epífita (<i>Tillandsia polystachia</i>) en un bosque tropical caducifolio de México</b> Manuel Becerril-González	9
<b>La mujer en la ciencia: mis experiencias durante 37 años de carrera científica</b> Sonia Gallina	13
<b>La batalla del siglo: el ojo humano versus las especies gemelas</b> José Rubén Montes Montiel	16
<b>El Arte de la Guerra (I)</b> Oscar Daniel González de la Fuente y Ulises Iturbe	20
<b>La rabia</b> Jaime M. Calderón Patrón y Gerardo Sánchez-Rojas	24
<b>Los peces euteleósteos de Hidalgo</b> Olga Lorena Porraz-Álvarez y Katia Adriana González Rodríguez	29



Fotografías de la Portada:

Autor: Rodrigo García-Morales

Diseño: Dante Alfredo Hernández Silva

*a. Lonchorhina aurita*

*b. Uroderma bilobatum*

*c. Chiroderma salvini*

*d. Leptonycteris yerbabuena*

*e. Idionycteris phyllotis*

*f. Natalus stramineus*

*g. Diphylla ecaudata*

## ¡DEJAR DE COMER GUALUMBOS!, ¿POR QUÉ?

Alberto Enrique Rojas Martínez\* y Olivia Noguera Cobos\*\*

\*Profesor Investigador. Laboratorio de Ecología de Poblaciones. Centro de Investigaciones Biológicas, UAEH.

\*\* Técnica del Laboratorio de Ecología de Poblaciones. Centro de Investigaciones Biológicas, UAEH.

Los gualumbos son las flores del maguey. Con ellas se elaboran diferentes platillos que forman parte de la cultura hñähñú y que pueden degustarse en la feria gastronómica que se celebra cada año en el municipio de Santiago de Anaya, en el estado de Hidalgo. Sin embargo, el consumo de estas flores ha aumentado de manera exponencial y se les encuentra ya en grandes cantidades en los mercados de Pachuca.

Esto significa que una gran cantidad de quiotes (tallos) de los magueyes son derribados día a día para cortar las flores, lo que es muy grave porque la floración de estas plantas -que viven aproximadamente 15 años hasta que se reproducen- se presenta solamente una vez en su vida y después mueren. Al cortar los gualumbos se evita que el maguey produzca las semillas necesarias para dar lugar a la siguiente generación de plantas. La disminución en la frecuencia de la reproducción sexual y del

tamaño de la población impide que la especie mantenga la diversidad genética apropiada.

Pero el corte de las flores no es el único problema; además, al maguey maduro se le corta el centro para producir el pulque, con lo cual la planta se seca y muere. Con estas dos actividades se evita que al menos el 80 % de los magueyes florezcan y produzcan semillas. Adicionalmente, las pencas son cortadas para elaborar ixtle, para cocer barbacoa y, su cutícula, para cocer mixiotes; todo esto impide que la planta llegue a su madurez y florezca. Como se puede ver ésta es una planta muy útil que a lo largo de los años ha sido sobreexplotada. Mucha gente la consume, pero casi nadie la siembra.

Algo que la mayoría de la gente desconoce es que las flores del maguey son el alimento preferido de muchas especies de insectos, aves y murciélagos. El murciélago magueyero (*Leptonycteris nivalis*) visita las flores por las noches para alimentarse del néctar y del polen y, al mismo tiempo, presta el servicio ambiental de polinizar las plantas (Figs 1 y 2). Cada noche, cada uno de estos mamíferos debe volar más de cien kilómetros de distancia para visitar aproximadamente 400 flores. Ellos están especializados para alimentarse de néctar y de polen, ¡no comen ninguna otra cosa!



Figura 1

Murciélagos magueyeros visitando flores del maguey pulquero.



**Figura 2**

**Murciélago magueyero impregnado del polen de agave lechuguilla.**

© Antonio Soriano Sánchez

Además, es importante saber que estos animales son migratorios y que llegan a Pachuca cuando los magueyes florecen, entre marzo y junio, para reproducirse en esta región y alimentarse del néctar y el polen que extraen de las flores. La adecuada alimentación de las hembras les permite posteriormente alimentar con leche materna a sus crías.

Por este motivo, las hembras que pronto van a parir llegan hasta los sitios donde existen magueyes en flor y tienen a sus crías en estos lugares, formando colonias de maternidad en las que sólo hay hembras criando. Amamantan a sus hijos aproximadamente durante cuatro meses, hasta que éstos son capaces de volar y de alimentarse por sí mismos.

Sin embargo, cuando las flores de las que se alimentan son cortadas de improviso, las

madres se enfrentan a la ausencia de comida y no pueden llevar a sus crías hacia otros lugares, pues son muy pequeñas y deben cargarlas mientras vuelan. Ante la falta de alimento, las hembras hacen un esfuerzo extra por volar a lugares cada vez más lejanos en los que encuentren las flores de maguey; pero esto provoca un mayor gasto de energía y la desnutrición de la madre y de la cría o tal vez su muerte. La situación es tan grave que estos murciélagos están catalogados en la Norma Oficial Mexicana 059-2010 (SEMARNAT, 2010) como amenazadas de extinción, categoría que significa que están desapareciendo de México, el único lugar del mundo en el que existen, por cierto.

El consumo de gualumbos, de pulque y de otros derivados del maguey no sería ningún problema si estas plantas se cultivaran, de esta manera existirían recursos suficientes para todos, incluidos los murciélagos. Sin embargo, mientras que el consumo de gualumbos ha ido en aumento, la siembra de magueyes en el campo va a la baja, o ya no existe. Esto es muy grave para todos, pero más para estos murciélagos amenazados que vuelan desde muy lejos para venir a criar y alimentar a sus crías hasta la región de Pachuca u otras partes del estado de Hidalgo en las que hay el maguey pulquero.

Es así que debemos promover la siembra del maguey pulquero en la ciudad y sus alrededores y, además, evitar el consumo de gualumbos hasta que la cantidad de magueyes sembrados produzca un excedente de los múltiples recursos que ofrece. Esto será en beneficio tanto de la fauna silvestre como de la población humana. ¡Mientras esto no ocurra, digamos no al consumo de gualumbos!

#### Referencias

**SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-0210. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial*, 30 de diciembre de 2010.**

## UNA VIDA ENTRE FÓSILES

### ENTREVISTA A LA DRA. KATIA A. GONZÁLEZ RODRÍGUEZ

Adriana Gisela Hernández Álvarez

Estudiante de la Licenciatura en Biología, ICBI, UAEH.

Recuperar rocas sedimentarias en busca de huellas de la vida del pasado es el trabajo que realiza la doctora Katia A. González Rodríguez. Al nadar entre peces de roca es como encuentra respuestas a cuestiones de la vida en los mares antiguos; saber cómo desempeña estas actividades es buscar en su memoria personal, es por eso que esta entrevista es una ventana hacia un pasado y un presente que han dejado, dejan y seguramente dejarán huella en el mundo de la paleobiología. La doctora González es investigadora nivel I del SNI, investiga e imparte clases en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Realizó su licenciatura, maestría y doctorado en la UNAM.

*Como pregunta imprescindible: ¿por qué eligió estudiar la carrera de biología y por qué se dedicó a la paleontología?*

Mi historia es un poco complicada. Yo estuve un año en medicina. Cuando estudié la secundaria y la preparatoria me gustó mucho la clase de biología y, sobre todo, investigar. Cuando hice mi papeleo dudé si entrar a biología o a medicina y elegí la segunda. Finalmente estudié esta carrera sólo un semestre y medio, pero me di cuenta de que me daba miedo pensar en tener un paciente en mis manos y que se muriera, la anatomía me costó mucho trabajo, no me gustó, me dormía en clases. Entonces decidí cambiarme de carrera; volví a hacer examen en la UNAM para ingresar a biología, pues me gustaba la esencia de la vida, el nacimiento; por eso pensaba ser pediatra o ginecóloga y ahora hago algo totalmente distinto: en vez de hacer neontología, hago paleontología.

Cuando terminé la carrera quería estudiar peces recientes, pero no había quién me dirigiera una tesis sobre el tema. Entonces conocí a un gran maestro, el doctor Shelton P. Applegate,

con quien quería estudiar tiburones, pero me dijo que ya tenía muchos alumnos trabajando con ese grupo y me habló de los fósiles. Me convenció, al principio no tanto, y empecé a hacer "paleo". Ahora es mi pasión y eso es importante. Yo siempre les digo a mis alumnos, a veces la vida te va llevando por caminos que no crees, no deseabas o no pensabas y, finalmente, cuando estás en ello, si te gusta, llega el momento en que te apasiona y no lo cambiarías por nada. Ésa es mi historia.

*¿Con respecto a su carrera profesional, en qué consistió su tesis de licenciatura?*

Precisamente, como mi maestro no quiso que trabajara con tiburones, me habló de la cantera Tlayúa. La cantera está en Tepexi de Rodríguez, Puebla y es la localidad fosilífera más importante de México por su diversidad y excelente preservación de los fósiles. Hace muchos años que es conocida por sus fósiles, no nada más hay peces, sino también pepinos de mar, estrellas de mar, cangrejos y muchos otros. Yo empecé a trabajar con una familia de peces extinta, llamada Macrosemiidae y sobre éstos hice mi tesis de licenciatura; como había muchos ejemplares, mi maestría y doctorado también los hice con ese grupo y gracias a eso, actualmente soy la experta mundial de macrosémidos.

*¿Entonces, la reconocen internacionalmente?*

Sí, cuando alguien envía artículos sobre macrosémidos a revistas internacionales, los editores me los mandan a mí para revisarlos. Por ejemplo, recientemente me lo pidieron Gloria Arratia y Hans-Peter Schultze, que son grandes personajes de la paleoictiología. Eso es importante porque finalmente me reconocen, después de tantos años de trabajo.

**Es muy importante encontrar un área en la cual ser el especialista; ya que aunque muchas veces te critiquen, como a los sistemáticos que se especializan en tal bichito y tal estructura; así es la ciencia, debemos especializarnos en un aspecto de la naturaleza que nadie más conozca.**

*¿Sobre su tema de estudio aquí en el estado de Hidalgo, es muy difícil encontrar peces fósiles?*

**Depende, hay que empezar a buscar donde hay rocas sedimentarias. Los peces fósiles que estoy estudiando se hallan en calizas laminadas, entonces cuando se encuentra un lugar así es probable que haya, no tanto peces, sino organismos marinos y es ahí donde se debe buscar. Ahora estoy trabajando en la cantera Muhi, en Zimapán; es muy probable que existan otras, aunque no las hemos descubierto.**

*¿Hasta ahora, en qué lugares del estado de Hidalgo ha sido mayor el registro de peces fósiles y qué áreas faltan por explorar?*

**En Hidalgo tenemos los peces de la cantera Muhi, en Zimapán, que son de hace cien millones de años (Cretácico) y son marinos; pero, por ejemplo, en Tula, en Amajac y en Zacualtipán hay peces terciarios; éstos son peces más recientes y de agua dulce. Esto se debe a que hace unos diez millones de años aproximadamente, había grandes lagos aquí en Hidalgo, en lo que ahora es el Valle del Mezquital, pero con el tiempo se fueron secando y como había muchos peces, ahora los podemos encontrar como fósiles. Hace poco, dos paleontólogos el doctor Victor Bravo y el maestro Miguel Angel Cabral encontraron otras localidades de peces fósiles en la zona de Tula.**

**Con respecto a la otra pregunta, hacia Metztitlán hay rocas cretácicas parecidas a las que hay en Zimapán y tal vez también haya peces; por lo menos sabemos que hay invertebrados.**

*¿Cuál es la técnica que debe realizarse cuando se encuentra un fósil y se quiere llevar al laboratorio?*

**Pues depende del fósil que se encuentre y el tipo de sedimento en que esté embebido. Por ejemplo, los peces que yo colecto están en calizas laminadas muy duras y cuando los trabajadores que las explotan con barretas y cinceles las levantan, éstas se rompen y así encontramos a los fósiles. A veces los ejemplares están bien cementados o pegados, pero a veces no. Para transportarlos al laboratorio, los envolvemos en papel de baño o en periódico y luego debemos seguir todo un proceso para quitar el sedimento excedente. Cuando los fósiles se encuentran en un sedimento más fino, por ejemplo, fósiles más recientes, son muy delicados y necesitan otro proceso. Para éstos se hacen jackets con vendas de yeso que se colocan en las partes expuestas sin dañarlos. Se hace como una “camita” que al voltearse permite sacar al fósil más fácilmente. Ya en el laboratorio, con agujas de disección, exploradores dentales o con aparatos que lanzan aire o pequeñas partículas de sedimento, se van limpiando. A veces es necesario usar ácidos, todo depende del fósil que se encuentre.**



---

**Figura 1**

**Dra. Katia A. González Rodríguez**

---

*¿Y cuando llega el momento de identificar a los fósiles, es frecuente equivocarse de grupo taxonómico?*

**Sí, claro, pero a mí me apasiona hacerlo. En estos momentos la doctora Arratia, el doctor Schultze y yo estamos estudiando unos peces que son únicos en el mundo. Ya habíamos escrito un artículo sobre ellos, pero los revisores no estuvieron de acuerdo con su clasificación. Nosotros sabemos que tal vez tienen razón, pues son peces muy extraños, pero el proceso ha sido muy complicado y estresante; no se conocen otros así en el mundo. Por eso vamos a elegir una nueva familia en la que los podamos colocar, aunque todavía no sabemos con cuál los podemos relacionar. Tenemos casi un año trabajando. A veces me enoja, me desespero, pero sigo; estoy horas en el microscopio y busco en los libros; me acuesto a dormir y en mis sueños sigo pensando cuál grupo será. Pero ése es el chiste, hacer lo que a uno le gusta y apasionarse con eso.**

*¿En dónde fueron encontrados esos peces?*

**En la cantera Muhi, Zimapán. Junto con estos dos profesores que trabajan en la Universidad de Kansas presentamos el trabajo en un congreso en Coahuila. Ahí fue cuando un científico nos dijo que estábamos equivocados. Al escribir el artículo los revisores dijeron que debíamos señalar que se trataba de una nueva familia; sin embargo, sólo habíamos encontrado tres ejemplares y estaban incompletos. Así que en enero de este año (2012) vinieron los doctores Arriata y Shultze a Hidalgo para ir los tres a la cantera a buscar más ejemplares. Tuvimos suerte, pues encontramos seis muestras, ¡seis ejemplares! En ocasiones pueden pasar años sin que haya un solo hallazgo. Ya con estos ejemplares hemos visto que sí se trata de otra familia y que sus características no corresponden a la familia a la que creímos que habían pertenecido en un principio.**

*¿Se ha encontrado con algún fósil de tiburón en el estado de Hidalgo?*

**Sí, en la cantera Muhi, que es de edad Albiano-Cenomaniano, hace más o menos 100 millones de años, hay tiburones; la mayoría son peces óseos pero hay tiburones (peces cartilagosos) de por lo menos dos especies diferentes. También hay rayas, he encontrado dos ejemplares aunque no están bien conservados.**

*¿Cómo se enteraron de que en la cantera Muhi hay fósiles?*

**La cantera es conocida desde hace mucho tiempo. Cuando llegué a la Universidad - tengo 14 años aquí- venía como experta en peces fósiles y empecé a trabajar en Zacualtipán, con otolitos, es decir, huesos del oído. De repente, un investigador del entonces Instituto de Ciencias de la Tierra de la UAEH, nos platicó que existía esa cantera con peces y fue como llegamos ahí. Cuando la conocí supe que era una mina, algo muy importante; de hecho es una de las localidades de mayor riqueza en México, porque hay muchos registros que son nuevos, pues no se han encontrado en ninguna otra parte del mundo.**

*¿Ha tenido la oportunidad de escribir un libro?*

**Sí, hace poco escribí un libro sobre peces de la huasteca hidalguense, como parte de los resultados del proyecto "Diversidad Biológica del Estado de Hidalgo" subvencionado por FOMIX-CONACYT. Hicimos un recorrido por todos los ríos de la huasteca para hacer un inventario de la diversidad de los peces. En este libro trabajé con mi técnico, el biólogo Alejandro Ramírez, que también es coautor. En el año 2009 hicimos un libro que es una revisión de los registros fósiles de Hidalgo y una recopilación de todos los trabajos recientes que se han hecho en paleontología; para este libro escribí dos capítulos. También fui compiladora, junto con la doctora Arratia, del libro de resúmenes de la Reunión Internacional de Peces Mesozoicos**

(International Meeting on Mesozoic Fishes), en el año 2010. Esta reunión se lleva a cabo cada cuatro años. Se ha realizado dos veces en Alemania, una vez en Suiza, una vez en España y la última en Coahuila, México. Como la UAEH aportó el dinero para ese libro, la doctora Arratia y yo fuimos compiladoras y lo revisamos, lo que es un gran trabajo.

Usted descubrió un género nuevo de la familia Macrosemiidae, que se llama Alecostemy. ¿Qué nos puede decir acerca de esto?

Bueno, el género nuevo es *Macrosemicotzus*, y la especie es *M. americanus*, se llama así porque esta familia no se había reportado en América, sólo en Europa y fue el primer pez macrosémido que describí. Etimológicamente el nombre viene de la familia Macrosemiidae, del latín macro, grande y semius, aleta; del náhuatl *ocotzo* que significa pez y del latín *americanus* que quiere decir americano o, todo junto, pez macrosémido de América. De los cinco géneros de peces estudiados en mi doctorado, uno ya es conocido en Europa, pero cuatro son nuevos junto con varias especies. Como paleontólogos tenemos la fortuna de poder nombrar muchas especies nuevas.

*¿Entonces, es común descubrir grupos nuevos en los fósiles?*

Sí, en fósiles es más fácil que con recientes y sobre todo aquí en México porque no se han estudiado y hay lugares tan importantes que se consideran como centros de endemismo. Mucho de lo que se describe aquí en México es nuevo y se le asigna nombre. Por ejemplo, la familia nueva que vamos a nombrar, la vamos a llamar Dalgoichthyidae, del otomí dalgo, que es como nombran los otomíes al estado de Hidalgo. Nosotros aquí en México buscamos los idiomas indígenas para dar nombres, porque así es más difícil que ya se hayan asignado a otras especies. Muchas veces he usado el náhuatl, pero últimamente quiero usar el otomí.

*¿Dado que también debe dedicar tiempo a la docencia, cómo se organiza?*

Es muy complicado, porque necesitamos dar mínimo diez horas a la semana de clase; además, tenemos mucho trabajo administrativo. Cuando podemos hacer más investigación es en el intersemestre, generalmente escribo mis artículos en la noche cuando estoy en calma en casa.

*¿Cree que México es buen lugar para realizar estudios paleontológicos?*

Sí, claro que sí. En México los estudios paleontológicos no son nuevos, ya tiene siglos que se estudia a los fósiles. En el caso particular de los peces fósiles, en los años 80 llegó a México mi maestro, el doctor Shelton P. Applegate, quien ya falleció. Él comenzó trabajando con tiburones fósiles y luego hizo estudios en la cantera Tlayúa. Sin embargo, somos pocos paleontólogos en México y hay mucho trabajo por hacer y muchísimas localidades con fósiles que explorar. Las hay en Guerrero, Chiapas, Nuevo León, Durango, Chihuahua, Coahuila, entre otros estados. El problema es que no hay tanta gente a la que le guste la paleontología y no hay especialistas en los diferentes grupos. En otros países ya se ha explorado casi todo el territorio y se sabe lo que hay. Aquí en México estamos en la fase de descripción de especies o taxonomía alfa. Sólo somos tres investigadores en el país los que estudiamos peces fósiles; uno de ellos se dedica a tiburones y el otro a peces óseos, como yo.



*Sabemos que trabaja con peces fósiles pero también ha trabajado con peces recientes,*

*¿cómo ocurrió esto?*

**En realidad no me dedico a los peces actuales. Empecé a trabajar con los recientes porque surgió un proyecto para estudiar la biodiversidad del estado de Hidalgo. Como algo especial me comprometí a hacer el listado de los peces recientes de agua dulce de Hidalgo. Si me dedicara a trabajar con peces recientes, tendría que meterme con cuestiones de sistemática, biogeografía y otros temas distintos a los que hago con los fósiles, lo que no empezaría a hacer a estas alturas de mi vida.**

*¿Qué opinan los trabajadores de la cantera de su presencia en el lugar?*

**Me ha costado muchísimo trabajo convencerlos de la importancia de los fósiles. Empecé a trabajar en el lugar hace más de diez años y al principio desconfiaban, fue difícil acercarme a ellos. Poco a poco me fueron conociendo y cada vez que publico algo sobre los fósiles de la cantera les muestro los trabajos y, además, los menciono en los agradecimientos, sin importar que los artículos sean en inglés. Los trato de convencer y les explico sobre la importancia de estos trabajos. He tenido resultados, por ejemplo una señora fue quien encontró cinco de los seis ejemplares del pez extraño que mencioné y ella los guardó para entregármelos.**

*¿Ella tenía conocimiento de los peces o cómo los encontró?*

**Es que en diciembre fui y les comenté que necesitaba unos peces fósiles pequeños y gordos. Como ella ya había encontrado un pez así, se acordaba y tenía la visión. Así que cuando fuimos, ya tenía dos o tres de esos peces y en esos dos días encontró más; porque es muy observadora y meticulosa, muy diferente a su marido.**

**¿Se trata de encontrar, en un mundo de rocas, peces de aproximadamente cinco centímetros! conciencia y ahora ya son expertos.**

*¿Qué obtienen los trabajadores de la cantera?*

**Ellos venden las lajas, que es un material para las fachadas de las casas. En esas lajas se encuentran los fósiles. Un día que fui me dijeron: “Encontramos un pez grande, completito y precioso”. Les pregunté: ¿En dónde está? Me respondieron que uno de los hermanos se lo había llevado y lo había puesto en la barda de su casa.**

**En un principio, cuando no sabían, sacaban las lajas y las vendían con los peces, seguramente en muchas casas de Zimapán hay peces en las paredes. Cuando les empecé a decir que son importantes, que los conservaran, tomaron más conciencia y ahora ya son expertos. Está prohibido vender fósiles, el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) los protege pues son considerados como monumentos históricos. Sin embargo, al no tener más que ese trabajo, que es muy mal pagado, llegan a venderlos si alguien les ofrece dinero. Yo no les pago por los ejemplares que me guardan, pero cuando voy llevo ropa, despensa, cobijas, juguetes o herramientas para apoyarlos.**

*¿Cuál es el aporte de sus estudios a la sociedad?*

**Nosotros hacemos ciencia básica, la mayoría de los que estamos en el Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEH hacemos ciencia básica y después damos a conocer a la comunidad científica lo que existe en nuestro país. A la gente es más difícil llegar. Sin embargo, algún día quisiera hacer un museo de sitio a un lado de la cantera y poder mostrarle a la gente la importancia de ese lugar. El problema es que las autoridades no entienden y no es tan fácil convencerlos; tal vez con un proyecto así podría ayudarse a los trabajadores de la cantera y tener una solución a los problemas económicos que enfrentan, puesto que podría acarrear nuevos**

**negocios, como de comida o artesanías. Pero se necesita mucho dinero para llevar a cabo esta empresa.**

*¿Ha realizado algunas presentaciones o exposiciones en el extranjero sobre lo que realiza?*

**Sí, en los congresos de la International Meeting on Mesozoic Fishes que se han realizado en Suiza y en España, además de Coahuila, se reúnen especialistas en peces fósiles de distintos países del mundo. Es como estar con la familia y platicar de lo que nos interesa. Somos como cien personas. Hacemos los congresos en lugares aislados y damos las pláticas en inglés. En Coahuila di dos, en Suiza y en España sólo una. También, el año pasado presenté dos pláticas en Argentina, en el Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados. Esto es algo que te va dando experiencia y te va haciendo más fuerte.**

*¿Qué proyectos tiene para el futuro, además de los que ya nos mencionó?*

**Quiero concursar por un proyecto de ciencia básica al CONACyT para poder seguir explotando la cantera. El año que viene iré al congreso de Mesozoic Fishes en Viena y espero poder llevar a un par de estudiantes.**

*¿También ha hecho estudios en otros lugares de la República o sólo aquí en el estado de Hidalgo?*

**Me he enfocado sólo en Hidalgo, pero mis investigaciones para el doctorado las hice en Puebla. Me han invitado a trabajar en Coahuila, pero tengo tanto trabajo aquí que no me da tiempo. De hecho, necesito más estudiantes que**

**trabajen conmigo y hay gente en el extranjero que colabora también, como los doctores Christopher Fielitz, Gloria Arratia y Hans-Peter Schultze. Hay un investigador francés, Lionel Cavin, que también quiere estudiar unos peces conmigo.**

*¿Qué tipo de trabajo realizó en la UNAM?*

**Era técnico académico; trabajé once años en la UNAM, antes de venir acá y lo que hacía era mantener las colecciones paleontológicas, incorporaba el material fósil nuevo que colectaban, estaba encargada de los préstamos de ejemplares, puras cuestiones técnicas, nada de investigación, por eso me vine para acá en donde sí puedo realizar el trabajo que me gusta.**



## IMPORTANCIA DE LA FAUNA ASOCIADA A UNA PLANTA EPÍFITA (*Tillandsia polystachia*) EN UN BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO DE MÉXICO

Manuel Becerril-González\*

\*Departamento de Laboratorios, Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Sur.

Universidad Nacional Autónoma de México.

Dentro de los diferentes grupos de plantas, existen algunas que crecen y se desarrollan sobre otras y se les conoce como epífitas. En el continente americano la distribución de las epífitas es amplia, pero crecen sobre todo en los bosques y selvas, en donde cumplen un papel ecológico importante. Algunas epífitas pertenecen a la familia Bromeliaceae y han sido escasamente estudiadas en México, a pesar de que aquí se concentra el 10% del total de las especies conocidas (Cházaro y Acevedo, 1995).

Los bosques cálidos de precipitación anual moderada proveen los hábitats ideales para muchas clases de epífitas, estas plantas pueden recibir cantidades adecuadas de humedad sin estar sujetas a lluvias prolongadas, debido a la acumulación de agua en sus bases. Estos depósitos de agua son el hábitat de muchas especies, entre las que se encuentran numerosos insectos, ranas, salamandras y alacranes, entre otros, convirtiendo a las bromelias en un verdadero microecosistema (Benzing, 2000; Cházaro y Acevedo, 1995).

En el trabajo que aquí se describe, se analizó el número de especies asociadas a ejemplares individuales de bromelias y se compararon las diferencias que existen entre las que se encuentran en dos hábitats altamente contrastantes: el bosque tropical caducifolio y las zonas que comprenden la vegetación de arroyo. Ésta se encuentra en zonas específicas de vegetación asociada a cuerpos de agua temporales o bien a sitios en donde la humedad y la temperatura en ciertas épocas del año son específicas. La vegetación de arroyo considerada se encuentra en asociación con pequeños valles

adyacentes en el sitio y con vegetación típica del bosque tropical caducifolio (García y Cabrera-Reyes, 2008).

### *El sitio*

El estudio se realizó en la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala, estado de Jalisco, México. En este lugar, durante la segunda mitad de la temporada seca (febrero-junio), la mayor parte de la vegetación del bosque tropical caducifolio está sin hojas y las diferencias existentes entre éste y la zona de vegetación de arroyo son más pronunciadas. Además, la abundancia de insectos es significativamente mayor en ambas (Corona, 1999; Janzen y Schoener, 1968). Se piensa que las diferencias entre ambos tipos de vegetación se deben, entre otros aspectos, a las condiciones microclimáticas requeridas por la fauna asociada a las plantas epífitas, necesarias para culminar su desarrollo y crecimiento biológico. Los grupos zoológicos más estudiados en esta zona son las arañas (arácnidos), los escarabajos (coleópteros) y las hormigas (himenópteros) (Pescador-Rubio *et al.*, 2002).

La reserva comprende 13,142 hectáreas, cuya vegetación dominante es el bosque tropical caducifolio con formaciones discretas de bosque tropical subcaducifolio, así como manglares, vegetación de arroyo, manzanilleras, vegetación riparia, pastizal, matorral espinoso y palmares (Lott 1993; Ceballos y Miranda, 2000). El clima corresponde al de una región cálida-húmeda con una larga temporada seca: el 85% de la precipitación anual ocurre del mes de julio a octubre, seguido por la estación de secas de

noviembre a junio. La temperatura media anual es de 25°C, siendo el mes más frío marzo y el más caliente julio (Bullock, 1986). La característica más evidente de este tipo de bosque es la pérdida de hojas en la mayoría de los árboles al término de la época de lluvias.

El bosque tropical subcaducifolio es el segundo tipo de asociación vegetal predominante en la zona. Se le encuentra en parches por los valles húmedos y cañadas grandes desde el nivel del mar hasta 1,000 metros de altura, formando un mosaico con el bosque tropical caducifolio. La mayor parte del año mantiene sus hojas y la época de floración para muchas de sus especies coincide con la estación seca del año y con el período de pérdida parcial de hojas (Rzedowski, 1994).

La biodiversidad del lugar es sorprendente. Se han registrado 1,149 especies de plantas vasculares, 1,877 de artrópodos, 110 de peces, 19 de anfibios, 65 de reptiles, 270 de aves y 95 de mamíferos (Noguera *et al.*, 2002).

### El estudio

En este estudio se pretende conocer la diversidad faunística asociada a una especie de bromelia representativa de la zona, así como proponer de manera general una posible

respuesta a los patrones de variación de ambos hábitats con relación a las diferencias y/o similitudes presentes en la microfauna. Es importante señalar que la reserva es sostén de una gran biodiversidad, así, la fauna de Chamela-Cuixmala representa más del 10% de la fauna conocida del país y, además, hay una gran cantidad de endemismos (Pescador-Rubio *et al.*, 2002).

La especie elegida fue *Tillandsia polystachia*, de la que se escogieron veinte ejemplares del bosque tropical caducifolio y veinte de la vegetación de arroyo y se contó e identificó la microfauna que los habita. Para comparar la diversidad de ambos tipos de vegetación se realizó un análisis (Índice de Diversidad de Berger-Parker) para conocer las semejanzas de las plantas (bromelias-epífitas) de ambos hábitats y se calculó el porcentaje de cada especie presente por cada planta.

Para todas las bromelias, tanto las de bosque como las de arroyo, se identificaron 5 clases animales (insectos, arácnidos, gasterópodos, quilópodos y anfibios), 11 órdenes (6 de insectos, 3 arácnidos y 1 de anfibio), 11 familias identificadas (8 de insectos, 2 arácnidos y 1 anfibio) y sólo de una rana se determinó la especie (Cuadro 1).

Cuadro 1. Taxa identificados para *Tillandsia polystachia* (n= 40) en bosque tropical caducifolio y vegetación de arroyo en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala.

Clase	Orden	Familia	Género y especie
Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Hyla smaragdina</i>
Arachnida	Araneae, Opiliones	Dysderidae y Oxyopidae	
Chilopoda	Scolopendromorpha		
Gasteropoda			
Hexapoda	Hemiptera	Reduviidae	
Hexapoda	Blattaria	Blattidae	
Hexapoda	Coleoptera	Chrysomelidae, Rhysodidae, Silphidae y Staphylinidae	
Hexapoda	Diptera		
Hexapoda	Hymenoptera	Formicidae y Mutilidae	
Hexapoda	Lepidoptera		
Arachnida	Scorpiones		

La microfauna que comparten las bromelias epífitas en ambos hábitats fue de 12 especies, principalmente larvas (58% en bosque y 25% en arroyo) de escarabajos, mariposas, moscas, mosquitos y arañas adultas. Cabe mencionar que algunas larvas no se pudieron identificar debido a que

los estadios de desarrollo eran muy tempranos. Al comparar la diversidad de especies, para saber cuáles de ellas se presentan con mayor frecuencia en las plantas y las similitudes de las mismas en los dos hábitats, en lo general se observó que son todas diferentes (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Diversidad y similitud de la microfauna asociada a *Tillandsia polystachia* en bosque tropical caducifolio y vegetación de arroyo en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala.**

	Bosque Tropical Caducifolio (BTC)		Vegetación de Arroyo (VA)
Número de especies (S)	20		
Número de individuos (N)	1526		
Número de especies únicas	8		
Número de especies compartidas		12	
Especies con más individuos (N máx)	87*		
Diversidad (a)	0.58		
Dominancia	1.724		
Similitud (b)		0.083	
Frecuencia de ocurrencia (c)	58% larvas de diversos órdenes 18.6% arácnidos		14.8% larvas de diversos órdenes (sin incluir coleópteros) 13.5% arácnidos 12.1% opiliónidos 10.8% larvas de coleópteros

a= Índice de Berger-Parker

b= Índice de Morisita-Horn

c= Índice de Hyslop

\* Larvas de diversos órdenes de insectos

#### *Una breve discusión y conclusiones*

Si se observan los datos obtenidos se verá que existen diferencias, debido a la temperatura y humedad presentes en ambos sitios. Sin embargo, se observó que en el bosque las condiciones microclimáticas son más favorables para la diversidad de microfauna. En cambio, en el arroyo no hay tanta diversidad, pero el número de ejemplares encontrados es abundante.

El análisis comparativo de especies demostró que la microfauna para ambos hábitats estuvo mejor representada por larvas de insectos y crías de alacranes. Algo que fue

interesante en ambos es la presencia de la rana *Hyla smaragdina*, hecho que se explica por el agua existente en la base de la planta (roseta), que evita su desecación y le proporciona los recursos alimenticios necesarios, que evitan que deba salir a buscarlos.

El análisis indicó que la microfauna existente en las *T. polystachia* de bosque y de arroyo es distinta, debido a que existen diferencias en la temperatura y en la humedad en estos hábitats. La estructura de la vegetación de cada uno de estos sitios influye directamente en la entrada de mayor o menor luz, lo que

incrementa o disminuye la temperatura máxima y esto crea diferencias considerables en los sitios de estudio.

Debe mencionarse también que en los dos hábitats, los factores no favorecen la presencia de insectos pequeños, ya que en general su número es muy bajo en ambos; por consiguiente, deben considerarse varios factores abióticos que influyen directamente, tanto en el tipo de insectos como en su densidad poblacional dentro de las plantas.

Es clara la relación que juegan los factores abióticos y bióticos en la presencia y/o ausencia de microfauna hallada en las bromelias del bosque y del arroyo; sin embargo, para futuros estudios se recomienda coleccionar un mayor número de individuos, así como tener control sobre las alturas a las cuales se coleccionan las plantas epífitas. Sería también importante coleccionar a los individuos en diferentes horas del día y en diferentes estaciones del año, para poder ver si existe una correlación más estrecha con otros factores específicos.

Finalmente, el documentar las variaciones existentes en los patrones espaciales y temporales, generamos información valiosa que permite proyectar a futuro los cambios de la microfauna asociada a condiciones climáticas específicas de sitios tan interesantes como el bosque tropical caducifolio, del cual sólo poseemos remanentes en estado regular de conservación debido a la presión sufrida por la acción humana.

#### Referencias

- Benzing, D.H. 2000.** *Bromeliaceae. Profile of an Adaptive Radiation.* Cambridge University Press, Cambridge.
- Bullock, S. H. 1986.** Climate of Chamela, Jalisco, and Trends in the South Coastal Region of Mexico. *Archives for Meteorology, Geophysics and Bioclimatology*, **36**: 297-316.
- Cházaro, B. M. y R. Acevedo. 1995.** Notas generales sobre las bromeliáceas del

Estado de Jalisco. En M. Cházaro, E. Lomelí, R. Acevedo, y S. Ellerbracke (Eds.). *Antología Botánica del Estado de Jalisco, México.* Universidad de Guadalajara.

**Ceballos, G. y A. Miranda. 2000.** *Guía de campo de los mamíferos de la Costa de Jalisco, México.* Fundación Ecológica Cuixmala, A. C/UNAM, México, D. F.

**Corona, L.A.M. 1999.** *Patrones de riqueza y abundancia del orden Coleoptera en dos regiones con Bosque Tropical Caducifolio en México: Chamela y San Buenaventura, Jalisco.* Tesis de Licenciatura. UCAECH.

**García, A. y A. Cabrera-Reyes. 2008.** Estacionalidad y estructura de la vegetación en la comunidad de anfibios y reptiles de Chamela, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana*, **24** (2): 91-115.

**Janzen, D.H. y T. W. Schoener. 1968.** Difference in insect abundance and diversity between wetter and drier sites during a tropical dry season. *Ecology*, **49**: 96-110.

**Lott, E. J. 1993.** Annotated check list of the vascular flora of the Chamela Bay region Jalisco. México. *Occasional Papers of the California Academy of Science*, **148**: 1-60.

**Noguera, F. A., J. H. Vega, A. N. García, y M. Quesada. 2002.** *Historia Natural de Chamela.* Instituto de Biología, UNAM, México, D.F.

**Pescador-Rubio, A., A. Rodríguez-Palafox, y F. A. Noguera. 2002.** Diversidad y estacionalidad de Arthropoda. En F. A. Noguera, J. H. Vega, A. García, y M. Quesada (Eds.). *Historia Natural de Chamela..* Instituto de Biología, UNAM, pp. 183-202

**Rzedowski, J. 1994.** *Vegetación de México.* Limusa Noriega Editores, México, D.F.

## LA MUJER EN LA CIENCIA: MIS EXPERIENCIAS DURANTE 37 AÑOS DE CARRERA CIENTÍFICA

Sonia Gallina

Profesora Investigadora de la Red de Biología y Conservación de Vertebrados.

Instituto de Ecología, A.C. Carretera antigua a Coatepec #351. El Haya. Xalapa, Veracruz. C.P. 91070.

Evangelista García y colaboradoras (2012) hicieron un estudio sobre género y ciencia en México, en el que señalan que ha habido un incremento significativo en la matrícula universitaria. Para el caso del posgrado, el aumento ha sido grande: de 13% de la matrícula total en 1970 a 49% en 2007; es decir, 101 veces más mujeres cursan algún tipo de posgrado (de 786 alumnas en 1970 a 79 mil 450 en 2006-2007). Sin embargo, a pesar de la importante presencia del alumnado femenino en las universidades, las mujeres no laboran en la misma proporción que los hombres en los centros públicos dedicados a la producción científica y tecnológica de nuestro país. En este sentido, en el sistema de Centros Públicos de Investigación (CPI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) – compuesto por 26 centros organizados en tres subsistemas: Ciencias Sociales y Humanidades, Ciencias Exactas y Naturales, y Desarrollo Tecnológico y Servicios–, la distribución por sexo del personal científico y tecnológico fue, para 2010 y en el conjunto de los CPI, de 36 % para el personal femenino y 64 % para el masculino.

Asimismo, en los Centros Públicos de Investigación, en su conjunto, las categorías académicas más altas están mayoritariamente ocupadas por personal masculino. La brecha de género disminuye conforme la categoría es más baja, pero sin lograr una distribución en partes iguales para cada sexo en ninguna de las categorías. Así, para 2010, en la categoría más baja (investigador asociado A) se registró una relación de 83 mujeres por cada 100 hombres, pero en la categoría más alta (investigador titular C) la relación fue de 37 mujeres por cada 100 hombres. Si bien en nueve años se ha duplicado el número de investigadores que forman parte del SNI -de 7 mil 466 en el año 2000 a 15 mil

565 en 2009-, el índice de feminización (IF) se ha mantenido prácticamente intacto: en el año 2000 había 43 mujeres por cada 100 hombres, y en 2009 se reportan 48 mujeres por cada 100 hombres. Asimismo, solamente hay 21.8 mujeres nivel III por cada 100 hombres (Franchi, 2008).

Estas mismas autoras, al estudiar las razones y percepciones sobre las barreras y dificultades que encuentran las mujeres para acceder a cargos académicos en las universidades y ejercerlos, identifican que “el hándicap más importante” o el “gran problema” para el desarrollo profesional femenino es el conflicto de papeles que experimenta la mujer al tener que atender, simultáneamente, las demandas familiares y las profesionales. De manera específica señalan como un problema significativo la confluencia en el tiempo de los ciclos familiares y profesionales, debido principalmente a que los criterios de evaluación de la carrera universitaria están contruidos al servicio del ciclo vital y profesional masculino, de manera que la época de mayor productividad en la carrera profesional suele coincidir con el periodo de nacimiento y crianza de los hijos.

Con esta pequeña introducción iniciaré el relato de mis experiencias como mujer en la ciencia, de una carrera científica dentro de una institución de investigación del CONACYT, como es el Instituto de Ecología, A.C., desde que fue fundado por el Dr. Gonzalo Halffter, hace 37 años. Si nos remontamos a los años setenta, cuando llevé a cabo mis estudios de la Licenciatura en Biología, en la Facultad de Ciencias de la UNAM, la mayoría éramos mujeres. Sin embargo, muchas de ellas se casaron y no se titularon ni ejercieron la profesión. En el año de 1975 dos compañeras y yo iniciamos nuestra tesis de licenciatura en el

recién fundado Instituto Nacional de Ecología (INECOL), que se encontraba en ese entonces en instalaciones aledañas al Museo de Historia Natural de Chapultepec. El trabajo de campo, apoyado por un proyecto de CONACYT, lo realizamos en la región que hoy es una reserva de la biosfera, La Michilía, en el estado de Durango. Se trata de un bosque templado mixto de la Sierra Madre Occidental. El trabajo trató de la dieta del venado cola blanca, una especie de importancia cinegética poco estudiada en el país.

En ese entonces no existía una presión para publicar en revistas con factor de impacto como sucede actualmente, por lo que los resultados de la tesis fueron publicados como capítulo de un libro sobre las Reservas de la Biosfera de Durango, editado por el Dr. Gonzalo Halffter, quien era el director del INECOL. En vista de la escasez de recursos económicos, la política que siguió el Dr. Halffter para tener fondos fue establecer convenios internacionales, con lo que logró involucrar a científicos de renombre de distintos países con nosotros. Esto fue muy atinado para que los jóvenes en desarrollo tuviéramos una formación académica sólida en los estudios ecológicos que estábamos realizando, que eran principalmente de fauna y de impacto ambiental. De esta manera, a través del binomio investigador senior- jóvenes interesados en la ciencia, fuimos logrando una superación académica (Gallina, 2007). Así, en esta etapa, sin estar muy consciente de la importancia de esta estrategia para hacer ciencia de calidad, tuve la fortuna de colaborar y aprender con científicos de distintos países que me ayudaron a mi formación como científica y a adquirir la valiosa experiencia que, a la larga, me ha dado muchas satisfacciones a nivel profesional.

Una de mis experiencias más inolvidables fue el haber realizado una estancia de dos meses y medio en la URSS (a principios de los años ochenta) con el apoyo de la Academia de Ciencias de ese país y del CONACYT, a través de un académico de renombre, el Dr. Vladimir Sokolov. Otra colega del INECOL y yo pudimos

visitar y conocer los trabajos que se estaban llevando a cabo en las reservas de la biosfera de siete repúblicas de la hoy extinta URSS. Con esto obtuvimos una valiosa experiencia acerca del manejo de reservas. Durante la estancia, estuvimos 15 días en la Reserva de la Biosfera de Repetek, cerca de Afganistán, haciendo un estudio sobre la comunidad de reptiles en el que trabajaron también dos jóvenes investigadores rusos. Los datos obtenidos fueron comparados con la comunidad de reptiles de la Reserva de la Biosfera Mapimí, en México, y los resultados se publicaron en una revista soviética. Ese viaje lo hice con cuatro y medio meses de embarazo, lo cual no fue un impedimento para lograr mi superación académica.

Con anterioridad, durante el desarrollo de mi tesis de licenciatura, tuve la oportunidad de ir a aprender la técnica microhistológica para determinar la dieta de herbívoros, en el laboratorio del Dr. Hansen, en la Universidad de Colorado, EEUU. Posteriormente, hice una estancia en la Universidad de Arizona, con el Dr. Peter Ffolliott, para aprender las técnicas para determinar la capacidad de carga del hábitat. Con este investigador pudimos editar, en 1981, el primer libro sobre estudios de venados de México y de Estados Unidos en el que se incluyeron datos obtenidos en La Michilía.

En 1985, un día antes del terremoto ocurrido en la ciudad de México, viajé a España para llevar a cabo una estancia de 45 días en la Reserva Biológica de Doñana, al sur del país, y a distintos cotos de caza –entre ellos el de Cazorla-, para conocer el manejo de la fauna. Para entonces ya tenía dos hijos: uno de 3 años (que se quedó con mi marido, también biólogo investigador del INECOL) y el otro de 11 meses de edad que dejé a cargo de mi mamá. En Doñana aprendí las técnicas para llevar a cabo estudios de comportamiento en cérvidos, en este caso de los gamos. Aproveché esa estancia para comparar métodos útiles para estimar densidades poblacionales de ungulados, que fueron también aplicados en México.

Cuando decidí continuar mis estudios de maestría y doctorado en la Facultad de Ciencias de la UNAM, yo ya estaba casada, con dos hijos (uno en camino) y tuve que organizarme para hacer mi trabajo científico, tomar cursos en la tarde para no interferir con mi trabajo y llevar un buen hogar. De hecho, mi tesis doctoral fue resultado de 10 años de monitoreo de la población de venados cola blanca en La Michilía, considerado como uno de los primeros estudios ecológicos a largo plazo.

En 1989, el INECOL se descentralizó y la mayor parte de los investigadores nos fuimos a la ciudad de Xalapa, Veracruz, en donde se encuentra la sede.

Durante mi trayectoria también he participado en labores administrativas, como ser Jefa de División del INECOL (5 años) y Coordinadora de la Maestría en Manejo de Fauna (7 años), sin contar las comisiones en las que he participado.

Considero que la labor de la mujer en la ciencia enfrenta un doble reto, por un lado la pasión por hacer ciencia de calidad y, por otro, el poder lograr llevar adelante una familia. Esto definitivamente dependerá de nuestras habilidades de organización, lo que desgraciadamente no se toma en consideración cuando se nos hacen las evaluaciones académicas.

Como investigadora siento que tenemos un fuerte compromiso con la sociedad, sobre todo el poder transmitir nuestros conocimientos y experiencias a los jóvenes, por lo que considero que la formación de recursos humanos tiene una alta prioridad. Esta formación no sólo implica brindar conocimientos, sino lograr transmitir la manera de hacer investigación y la pasión por la ciencia, lo que deja muchas satisfacciones.

Un gusto que me ha dado la vida es ver que muchos de los estudiantes a los que he apoyado en su formación actualmente son buenos investigadores, que incluso han impulsado la formación de nuevos posgrados en distintas universidades estatales. Lo mejor de todo es que

han superado a la maestra y actualmente son mis colegas y colaboradores en diferentes trabajos y actividades. Debo decir, sin embargo, que la mayoría de mis estudiantes han sido hombres y que varias de las mujeres que han sido mis alumnas han tomado la decisión de dedicarse solamente a formar una familia y no ejercen la profesión; en ocasiones ni siquiera han obtenido el grado.

Voy a concluir con lo que señalan Pérez-Armendáriz y Ruiz Azuara (2012):

“No obstante los avances importantes hacia la equidad de género que han logrado las mexicanas y el liderazgo internacional que han alcanzado en la materia, en la actualidad continúan existiendo barreras que mantienen su segregación por área, frenan su desempeño y dificultan su participación en la toma de las decisiones científicas que requerimos como país. También, hay que tomar en cuenta la mínima representación femenina en los comités de evaluación de este sistema y el escaso número de investigadoras eméritas, funcionarias y rectoras en las principales universidades del país, así como su poca representación en los altos cargos de la estructura científica. La Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación de México continúa sin incluir la perspectiva de género; su inclusión es el principal reto actual a superar para lograr la equidad de género en la ciencia”.

Referencias:

- Evangelista García, A., R. Tinoco Ojanguren, y E. Tuñón Pablos. 2012. Género y ciencia en México. *Ciencia. Revista de la Academia Mexicana de Ciencias*, 63 (3): 8-15.
- Franchi, A., J. Atrio, D. Maffia y S. Kochen. 2008. Inserción de las mujeres en el sector científico-tecnológico en la Argentina (1984-2006). *Arbor*, 184 (733): 827-834.
- Gallina, S. 2007. Fundación y génesis del Instituto de Ecología, A. C. de México. En: M. Zunino y A. Melic (eds.). *Escarabajos, diversidad y conservación biológica. Ensayos en homenaje a Gonzalo Halffter*,

Pérez Armendáriz M. y L. Ruiz Azuara. 2012.  
Equidad de género en la ciencia en México.

## LA BATALLA DEL SIGLO: EL OJO HUMANO *VERSUS* LAS ESPECIES GEMELAS

José Rubén Montes Montiel

Laboratorio de Sistemática. Centro de Investigación en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Km 10.5,  
Carretera Texmelucan-Tlaxcala, Ixtacuixtla, 90122.

Un día Fernandito y su tío fueron al zoológico de la ciudad y visitaron la jaula de las jirafas. Vieron a un grupo formado por diez, todas con cuellos largos, patas delgadas y con manchas de color café. Esa misma noche fueron también al circo y observaron a un par de jirafas con las mismas características. Entonces Fernandito le preguntó a su tío, que por cierto era biólogo, para qué le sirven las manchas a las jirafas. El tío, después de pensar un rato, le respondió que tal vez para confundirse con el color de la vegetación en los sitios donde viven. Entonces al niño se le ocurrió preguntar si las jirafas del circo eran las mismas que habían visto en el zoológico y el tío le respondió que no, pero que sí se trataba de la misma especie... lo que es completamente falso, pues las jirafas son parte de un fenómeno llamado "especies gemelas o crípticas".

Las especies gemelas son muy similares entre sí, en algunos casos idénticas en apariencia física, pero distintas en su DNA. Estas especies se han reportado tanto en ambientes terrestres como marinos y prácticamente en todos los grupos biológicos. Como ejemplos de especies gemelas hablaremos de dos que, por cierto, aparecen en la película "Madagascar" (otra más seguramente estuvo en la película, pero por tratarse de organismos muy pequeños no la vimos). En las tres se realizaron análisis de relaciones entre parientes cercanos con datos de DNA. Cada estudio trató de explicar la presencia de especies gemelas a través de los cambios históricos y geográficos – por ejemplo,

la separación de los continentes – que ha sufrido la Tierra y que han dado como resultado la aparición de varias especies casi idénticas a partir de una misma población ancestral. En cada estudio se analizó el DNA para conocer sus relaciones de parentesco y se comparó con rasgos físicos que pudieran ser importantes, pero que no han sido tomados en cuenta.

El primer caso se trata del animal ya mencionado, que es simpático, bonito y carismático, la jirafa. Hasta hace poco se creía que todas las jirafas pertenecían a una sola especie distribuida por buena parte de África, ¡pues mentira! Actualmente, se sabe que existen al menos seis especies, que pueden distinguirse a simple vista por las distintas formas que tienen sus manchas (Fig. 1). Pero, ¿por qué esas pequeñas diferencias son rasgos significativos para separarlas? Los autores del trabajo realizado en estos mamíferos explican que el proceso de especiación ocurrió cuando el desierto del Kalahari se comenzó a fragmentar, entonces hubo grupos de jirafas que quedaron separados y aislados durante mucho tiempo, lo que ocasionó una barrera de incompatibilidad y aislamiento reproductivo (Beheregaray y Caccone, 2007). De esta manera se formaron seis linajes con una pequeña diferencia que no se había tomado en cuenta: la forma de sus manchas. Sin embargo, los cambios más grandes ocurrieron en su interior, es decir, en sus genes. Las diferencias sutiles entre las especies gemelas pueden ser resultado de cambios evolutivos rápidos.

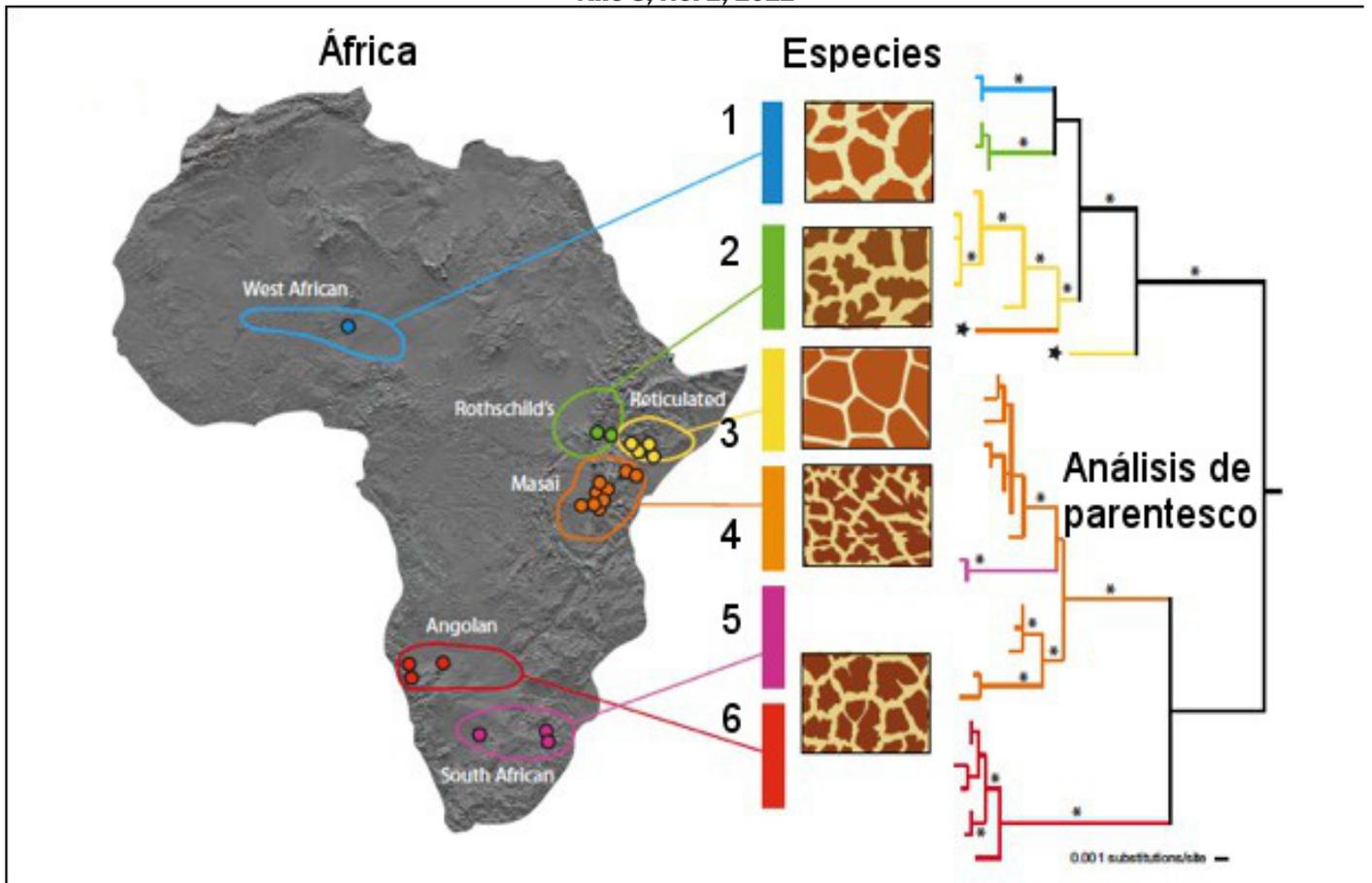


Figura 1

La imagen de lado izquierdo muestra la distribución de las especies de jirafas en el continente africano. Cada círculo de color representa una especie distinta. En el lado derecho se muestra el análisis de parentesco y cada patrón de mancha representa una especie (imagen tomada de <http://www.wildcard.co.za/blog.htm?action=view-post&id=2874>).

Además, se piensa que estas especies presentan la misma apariencia física por el hecho de poseer las mismas capacidades para sobrevivir. Ahora la pregunta es: ¿cuántas especies de jirafas tendrán en los circos?

El siguiente caso trata de los lémures ratón procedentes, justamente, de Madagascar (África). Un estudio de clasificación basado en datos de DNA reveló que existen alrededor de 16 especies diferentes (Fig. 2) que poseen una morfología idéntica, muy conservada, sin ningún rasgo que sea notable a simple vista para poder separarlas (Weisrock *et al.*, 2010). Sus diferencias no son corporales, sino auditivas.

Resulta que los lémures ratón emiten sonidos para buscar pareja y para comunicarse en la oscuridad; sonidos que no son detectados

por el hombre, debido a que las ondas sonoras son de muy baja amplitud. Los investigadores utilizaron un equipo de grabación que registró las ondas sonoras, las cuales fueron amplificadas y analizadas, y se dieron cuenta de que existen diferentes sonidos y que cada sonido está relacionado con cada una de las distintas especies. Lo interesante es que a pesar de que el estudio se realizó con individuos de una misma región, en varios tipos de ambientes, se pudieron encontrar al menos dieciséis. Quién iba a pensar que en un mismo sitio se iban a encontrar varias especies que poseen la mismas características físicas, lo que por supuesto llevó a creer durante muchos años que se trataba de una sola.

Los mecanismos que ocasionaron la diversidad de los linajes en los lémures ratón se ajustan a un reciente modelo sobre el origen de pequeñas regiones en Madagascar, que hace énfasis sobre la reducida precipitación de agua durante el periodo Cuaternario (que comenzó hace 1.8 m.a.) y la formación de refugios forestales en las desembocaduras de los ríos alrededor de la isla. Fue así como las distintas poblaciones se comenzaron a aislar,

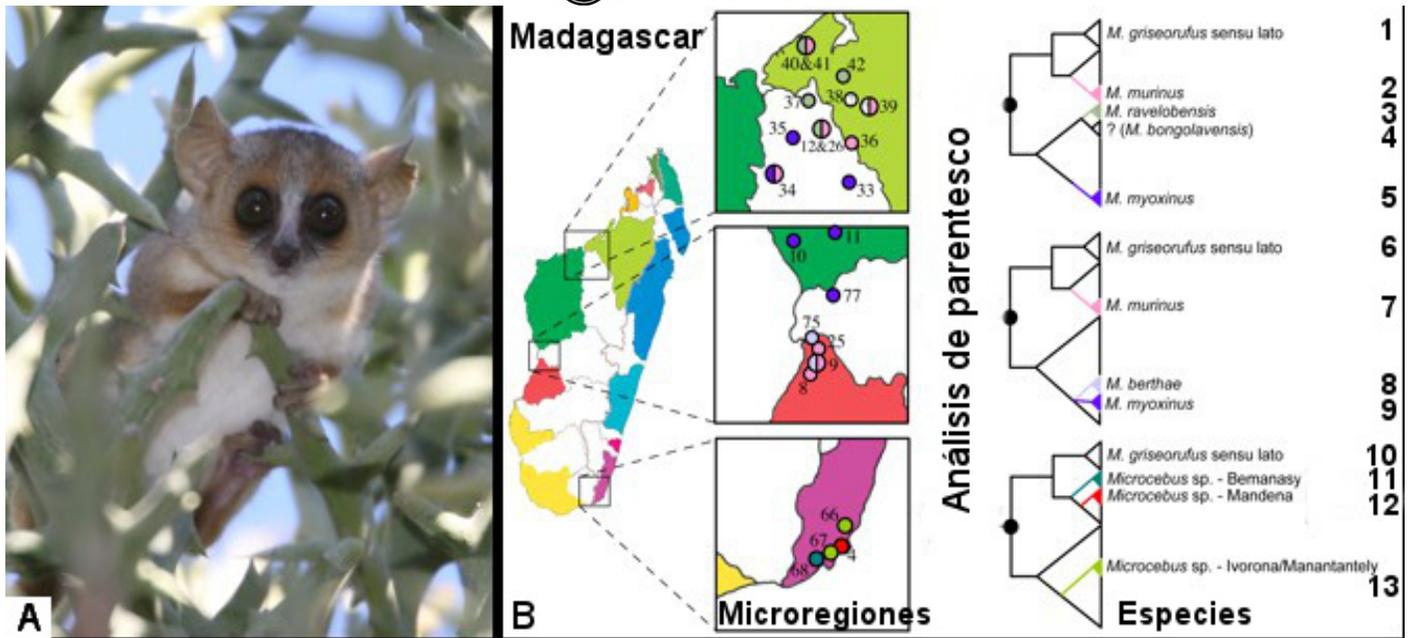


Figura 2

- A) Lémur ratón (imagen tomada de: [http://www.stanford.edu/~siegelr/madagascar/madagascar2007/IMG\\_9314%20mouse%20lemur%20berenty%208-15-07.jpg](http://www.stanford.edu/~siegelr/madagascar/madagascar2007/IMG_9314%20mouse%20lemur%20berenty%208-15-07.jpg)).
- B) Análisis de relaciones de parentesco de las diferentes especies de lemures ratón y la relación con el patrón de distribución de las especies en Madagascar, cada punto en el mapa representa una especie diferente. Los nombres de las especies se muestran en la imagen derecha (imagen tomada de <http://reflow.scribd.com/69xhbuy3pc13a52h/images/image-11.jpg>).

provocando una barrera de incompatibilidad reproductiva. A lo largo del tiempo cada linaje aislado llevó a la conformación de especies diferentes difíciles de separar a simple vista.

El último caso trata de una especie de organismos diminutos llamada *Gibberella fujikuroi*, un hongo. El estudio realizado por investigadores del Departamento de Agricultura en Illinois, Estados Unidos y del Instituto de Microbiología de Berlín, Alemania, demostró la existencia de más de cuarenta especies de *Gibberella fujikuroi* (O'Donnell *et al.*, 1998). Las cuarenta y cinco especies que se lograron separar gracias a estudios de DNA no parecen presentar ninguna diferencia morfológica (Fig. 3). De acuerdo con los autores, la especiación se debió a la formación de barreras naturales asociadas con la fragmentación del súper continente Gondwana. En otros estudios realizados en hongos se ha mostrado que entre más grande es la distancia geográfica entre las especies,

mayor es la variación de su información de DNA. Es decir, si la especie de *Gibberella fujikuroi* de Japón presenta una variación genética grande respecto de la de China, la distancia con respecto a México es aún mayor.

El fenómeno de las especies gemelas o crípticas representa un problema que tiene que ver con la biodiversidad, la cual se convierte automáticamente en una "biodiversidad críptica". Es decir, no sabemos cuál es la estimación real del número de especies en el planeta. Todos los grupos biológicos están subvalorados y, por tanto, no podemos saber qué especies están realmente en peligro de extinción y cuáles no. Probablemente hay especies que no se habían considerado en peligro de extinción y sí lo están. No podemos saber cuál es el tratamiento de conservación adecuado para cada una de los complejos de especies gemelas y tal vez esto afecte la riqueza biológica de todo el mundo.

Un ejemplo cotidiano es que los zoológicos están aplicando el mismo método de conservación y de cuidado a un grupo de jirafas que tal vez no pertenecen a la misma especie.

¿Qué podemos hacer? En primer lugar, lo que necesitamos reconocer es que el concepto de especie que utilizan la mayoría de los biólogos, en este caso el morfológico (utilizar

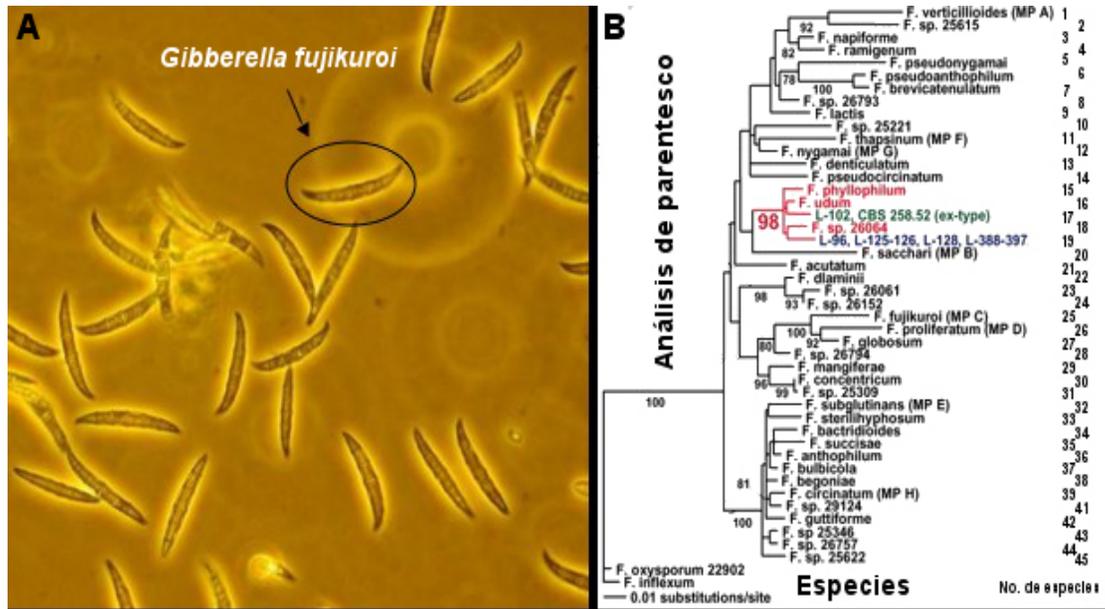


Figura 3

A) Una espora del hongo microscópico *Gibberella fujikuroi*, se muestra encerrada en el óvalo (imagen tomada de <http://enfo.agt.bme.hu/drupal/node/10433>).

B) Análisis de relaciones de parentesco de las diferentes especies del hongo *Gibberella fujikuroi*. Cada nombre en el análisis corresponde con una especie del complejo *Gibberella fujikuroi*, cuyas formas son similares a las de la fotografía 3A (imagen tomada de <http://www.mycologia.org/content/97/1/191/F3.small.gif>).

los rasgos físicos para la identificación), no nos permite tomar como relevantes pequeños detalles, como pueden ser milímetros de más o de menos del tamaño de una espora o de una semilla, variantes en la coloración de las plantas, diferencias en los cantos de las aves y muchos otros pequeños rasgos que podrían ser de suma importancia. Necesitamos utilizar otro tipo de herramientas o enfoques que nos ayuden a descifrar este rompecabezas. Algunos biólogos podrán decir que existen organismos que sí se pueden separar por sus diferencias físicas, pero esto ocurre con organismos grandes no con pequeños, en los que sólo se cuenta con dos u ocho rasgos físicos y, en el peor de los casos, con ninguno. Otros podrían decir que el rompecabezas se puede descifrar con estudios de biología reproductiva, pero sólo aplicaría para especies sexuales.

Afortunadamente, el número de trabajos para tratar de desenmascarar la diversidad críptica ha ido en aumento. Actualmente se

utiliza el enfoque de la disciplina llamada taxonomía integrativa, que es aquella que considera el mayor número de características o rasgos posibles para tratar de identificar a una especie, ya sean datos ambientales, físicos, de conducta, de DNA, de distribución, de historia geográfica y otros, lo que podría ser una vía para tratar de desenmascarar la diversidad críptica del mundo y saber si se trata de una o de varias especies. Algunos investigadores han comenzado a aplicar este enfoque en organismos como hongos y amibas.

#### Referencias

- Beheregaray, L. y A. Caccone. 2007. Cryptic biodiversity in a changing world. *Journal of Biology*, 6(9):1-5.
- Weisrock, D. W., R. M. Rasoloarison, I. Fiorentino, J. M. Ralison y S. M. Goodman. 2010. Delimiting species without nuclear monophyly in Madagascar's mouse lemurs. *PLoS ONE*, 5(3): e9883. doi:10.1371/journal.pone.0009883

O'Donnell, K., E. Cigelnik y H.I. Nirenberg.  
1998. Molecular systematics and  
phylogeography of the *Gibberella fujikuro*

species complex. *Mycologia*, 90(3):465-493.

## EL ARTE DE LA GUERRA (I)

Oscar Daniel González de la Fuente\* y Ulises Iturbe\*\*

\* Estudiante de la Licenciatura en Biología, UAEH.

\*\* Profesor Investigador Asociado, Área Académica de Biología, UAEH.

*Percibir y comprender en un instante el espíritu del  
oponente*

Desde la antigüedad, las poblaciones humanas han peleado entre ellas para obtener posesiones de otras, ya sea alimento, espacio, agua o lo que perciben como “recursos”, siempre perfeccionando estrategias y armamento para superar a los contrarios en su intento de ganar poder. El hombre piensa que la guerra entre grupos es un invento suyo, pero se equivoca; la guerra se inventó casi al mismo tiempo que surgió la vida y las interacciones biológicas de explotación y competencia. Entre los organismos de distintas especies existe una guerra para poder sobrevivir; constantemente se perfeccionan en la naturaleza diversas armas, que sirven para el ataque o para la defensa, ya sean químicas, morfológicas o conductuales. Implementos que permiten aturdir, escapar, capturar presas; en general, conseguir ventajas contra los organismos que enfrentan.

Las adaptaciones que han evolucionado a lo largo de la historia de la vida en la Tierra son muchas, como para conocerlas en su totalidad. Además, no todas las especies que han existido han dejado restos en el registro fósil. De hecho, los paleontólogos sólo cuentan con caracteres morfológicos a su disposición; las armas presentes en los fósiles sólo pueden deducirse a partir de la comparación con adaptaciones halladas en las especies contemporáneas; otras más, se basan en la mera imaginación del biólogo.

Precisamente, fue el estudio de las adaptaciones para el combate, lo que permitió a Charles Darwin justificar el primer argumento

**evolutivo que compartió con la comunidad científica inglesa en la célebre reunión de la Sociedad Linneana de Londres el 30 de junio de 1858; argumento que fue presentado en voz de su amigo y protector Charles Lyell:**

*“[Agustin] de Candolle, en un elocuente pasaje, ha declarado que toda la naturaleza está en guerra, organismo contra organismo o contra la naturaleza. Al observar el satisfecho rostro de la naturaleza, esto puede, en un principio, ponerse en duda; pero una reflexión nos demostrará inevitablemente que esto es cierto. Esta guerra, no obstante, no es continua sino recurrente, en ligera medida, en breves periodos ocasionales distantes entre sí; y por ello, sus efectos son fáciles de pasar por alto (Darwin, 1858)”.*

La presente contribución, de enfoque biológico, aspira a poder publicarse regularmente dentro de *Herreriana* y se fundamenta en la evaluación de las características de dos o más especies que interaccionan de manera conflictiva. Para ello, iremos analizando algunas de las adaptaciones que exhiben los organismos de distintas especies. Contrastaremos estas interacciones entre las especies con las ideas y argumentos técnicos del libro “El Arte de la Guerra” del general, estratega militar y filósofo de la antigua China, Sun Tzu (Fig. 1).

La historia más famosa de este general es aquella en la que después de haber escrito su libro, obtuvo una audiencia con Ho Lu, soberano de Wu (reino ubicado al sureste de lo que hoy es China). Ho Lu pidió a Sun Tzu una demostración sobre el manejo de las tropas utilizando sólo mujeres, Sun Tzu aceptó. Así, el soberano mandó



Figura 1

Un viejo ejemplar de El Arte de la Guerra de Sun Tzu en bambú. Tomado de: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bamboo\\_book\\_-\\_binding\\_-\\_UCR.jpg?uselang=es](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bamboo_book_-_binding_-_UCR.jpg?uselang=es)

traer ciento ochenta mujeres hermosas, las cuales el general acomodó en dos compañías y puso a las dos concubinas favoritas del soberano al mando de cada una de éstas. Después, les enseñó a todas ellas cómo se llevaba una lanza. Luego explicó instrucciones, pero al momento que tenían que ejecutarlas, las mujeres, tomándolo a juego, sólo rieron; entonces Sun Tzu les dijo: “si las instrucciones no son claras y las órdenes no han sido bien explicadas, el comandante tiene la culpa.” Así, asumió el error como suyo. Después repitió y explicó de nuevo las órdenes; otra vez les ordenó ejecutarlas. Nuevamente las mujeres sólo rieron. Al ver esto Sun tzu dijo: “si las instrucciones no son claras y las órdenes no han sido bien explicadas, el comandante tiene la culpa. Pero si las instrucciones han sido explicadas y las órdenes no son ejecutadas de acuerdo con la ley militar, los oficiales conculpables.” Entonces mandó ejecutar, al momento, a las comandantes de cada compañía y después puso en su lugar a las dos mujeres que seguían en la fila. A continuación repitió las órdenes y, esta vez las mujeres las acataron sin titubear. Después de esta demostración de su temple y decisión, el soberano de Wu puso a Sun Tzu al mando de sus ejércitos. Sun Tzu derrotó a la provincia de Ch’u en el este y entró en Ying; al norte, amenazó a Ch’i y a Ching, ganando gran fama en toda la región.

*El arte de la guerra, al igual que el agua, no tiene una forma constante.*

*Apreciaciones estratégicas*

**Sun Tzu dice:** “La guerra es de vital importancia [...]; constituye la base de la vida o de la muerte, es el camino hacia la supervivencia o la aniquilación.” Esto en términos biológicos lo podemos equiparar a que entre organismos la guerra va a determinar cuál es aquel que va a sobrevivir y cuál va a morir.

De acuerdo con el general, la guerra se debe considerar en función de varios factores fundamentales: uno de éstos es la influencia moral, otro el clima y uno más la disciplina.

Por influencia moral se entiende aquello que hace que el pueblo esté en armonía con sus dirigentes, de tal manera que sean capaces de compartir la vida y la muerte con ellos sin temor alguno.

El ejemplo más claro que se podría tomar por influencia moral en la naturaleza es el de las abejas, cuyos miembros están adaptados para defender su colmena. Dentro de la colmena vive la reina, la cual es la única hembra fértil de toda la población; las obreras trabajan para juntar néctar para elaborar la valiosa miel, la cual alimentará a la colonia, así como la descendencia que genera la reina. Las abejas,

al sentirse amenazadas por un intruso, lo pican con su aguijón, lo cual le causa daño y lo aleja; pero la forma de tal estructura de defensa es mortal para las abejas, ya que, al momento de picar, el aguijón se queda ensartado en el intruso y la abeja al intentar zafarse se lo arranca junto con parte del abdomen y varios órganos internos, causando inevitablemente su muerte (Fig. 2).



Figura 2

Abeja que se ha separado de su aguijón tras un piquete.

Tomado de <http://www.blogsperu.com/blog/20481/>

*Por el clima se entiende los cambios de estación [...] así como la conducción de las operaciones militares de acuerdo a estos cambios.*

Un ejemplo de este factor ambiental se puede ver en los zorros del ártico. Cuando pasan la estación invernal cambian su pelaje (que es de color blanco) a su pelaje de verano (de color pardo). En el invierno su ambiente está recubierto por completo de nieve, por lo que el pelaje blanco es una adaptación que los camufla y pasan inadvertidos, lo que les confiere ventaja ante sus presas. Pero cuando empieza el calor en ciertos lugares la nieve se derrite, por lo que ya no le es beneficioso permanecer de color blanco (Fig. 3) en un ambiente lleno de rocas desnudas y suelo, de tal manera que cambiar

a un pelaje pardo es otra adaptación (Fig. 4).



Figura 3

Zorro del Ártico con pelaje de invierno.

Tomado de <http://geodept.blogspot.mx/>



Figura 4

Zorro del Ártico con pelaje de verano.

Tomado de <http://geodept.blogspot.mx/>

*Por disciplina se entiende la organización, [...], la vigilancia de las vías de aprovisionamiento y el suministro de las necesidades esenciales del ejército.*

Dentro de la naturaleza el mejor ejemplo a tomar son las hormigas, las cuales se encuentran

conformadas por castas sociales dentro de la colonia. Citaremos el caso de las obreras y soldados; cuando van en busca de alimento para sus cultivos de hongos, los soldados van cuidando y patrullando el camino, buscando defender a las obreras y las provisiones de cualquier ataque.

*Todo el arte de la guerra está basado en el engaño.*

*Ofrece un señuelo a tu oponente para hacerle caer en una trampa [...].*

Aquí hay muchos ejemplos, uno de ellos es el de los peces rape en las zonas abisales, peces que tienen un señuelo luminoso que atrae a organismos desprevenidos, que por la luz quedan encandilados y son devorados por sorpresa (Fig. 5).



Figura 5

Pez rape del que se aprecia su señuelo bioluminiscente sobre el dorso.

Tomado de: <http://desdelarepublicadominicana.blogspot.mx/2010/07/australia-y-sus-extranas-criaturas.html>

*Cuando se concentre, prepárate para luchar contra él; cuando es poderoso, evítale.*

Esto se logra al observar grupos de ñus cuando se enfrentan a los depredadores; claro que este comportamiento lo exhiben únicamente para proteger a sus crías, ya que en casi cualquier otra circunstancia huyen y evitan el enfrentamiento.

*Si está unido, divídelo.*

Esta estrategia es común entre los carnívoros; un ejemplo es el de los lobos que al cazar herbívoros grandes que viven en manada los atacan por distintos flancos. Al final, consiguen dividirlos y aislarlos, con lo que obtienen fácilmente su alimento.

*Ataca cuando no esté preparado y haz tu movimiento cuando no se lo espere.*

En África, cuando las leonas comienzan su cacería lo hacen ocultándose entre los pastizales, procurando moverse sin realizar ningún ruido; en el momento preciso, todas las leonas salen de su escondite al mismo tiempo, sorprendiendo a las presas, logrando así confundirles y darles muerte para poder alimentarse.

*Los guerreros victoriosos vencen primero y después van a la guerra.*

#### Referencias

Darwin, Ch. 1858. The Darwin-Wallace paper. *The Linnean Society of London*. Disponible en

<http://www.linnean.org/index.php?id=380>.

Fecha de acceso: septiembre 5, 2012

Tzu, S. 2009. *El Arte de la Guerra*. Grupo Editorial Tomo, México, D. F.

Jaime M. Calderón Patrón\* y Gerardo Sánchez-Rojas\*\*

\*Alumno del Doctorado en Biodiversidad y Conservación, UAEH.

\*\*Profesor investigador del Laboratorio de Conservación Biológica, Centro de Investigaciones Biológicas, UAEH.

Hoy en día el tema del vampirismo es recurrente en la literatura y en el cine, dos de los ejemplos más conocidos son "Entrevista con el vampiro" y "Crepúsculo" (que primero fueron libro y después película), donde se muestra a vampiros juveniles con poderes extraordinarios. Éstos han desplazado a los vampiros clásicos de las viejas películas europeas de antaño como Drácula o Nosferatu, en las que los personajes eran personas maduras con hábitos nocturnos que inspiraban terror a la gente, como en el caso de los que fueron interpretados por Bela Lugosi (Fig. 1).

La mordida de cualquiera de estos vampiros podía ocasionar la muerte de la víctima o su conversión a una vida eterna hematófaga; sin embargo, afortunadamente, ninguno de ellos era transmisor de la rabia (enfermedad aguda

infecciosa viral del sistema nervioso central que causa encefalitis aguda con una letalidad cercana al 100 %). Esta enfermedad es transmitida por los menos "famosos" murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*; *Diaemus youngi* y *Diphylla ecaudata*). Sin embargo, es importante saber que otros murciélagos con hábitos alimenticios diferentes, así como otros mamíferos, también pueden ser portadores y transmisores del virus (Fig. 2).

#### El virus de la rabia

La rabia es una enfermedad muy antigua, los griegos afirmaban que había surgido junto con los perros, uno de sus principales transmisores. Su nombre proviene del sánscrito *Rabhas* que significa agredir. La primera descripción de sus síntomas la realizó Demócrito 500 a.C., sin embargo, el primer registro de rabia humana data del siglo XIII a. C. en Mesopotamia (Schneider y Santos-Burgoa, 1994). Se trata de una enfermedad viral que afecta al sistema nervioso central y que puede causar parálisis o la muerte del organismo infectado. Este virus pertenece a la familia *Rhabdoviridae* y al género *Lyssavirus* (Loza-Rubio *et al*, 2000) y está presente en la saliva de los



Figura 1

Así como ha cambiado la percepción de los vampiros humanos en el cine donde han pasado de ser tenebrosos y faltos de encanto (a y b) a seres deseables (c y d), así deberíamos de cambiar la percepción de los murciélagos vampiros y evitar su estigmatización como seres negativos.



b



c

a

**Figura 2**

**Especies de murciélagos hematófagos a) *Desmodus rotundus*; b) *Diaemus youngi* y c) *Diphylla ecaudata***

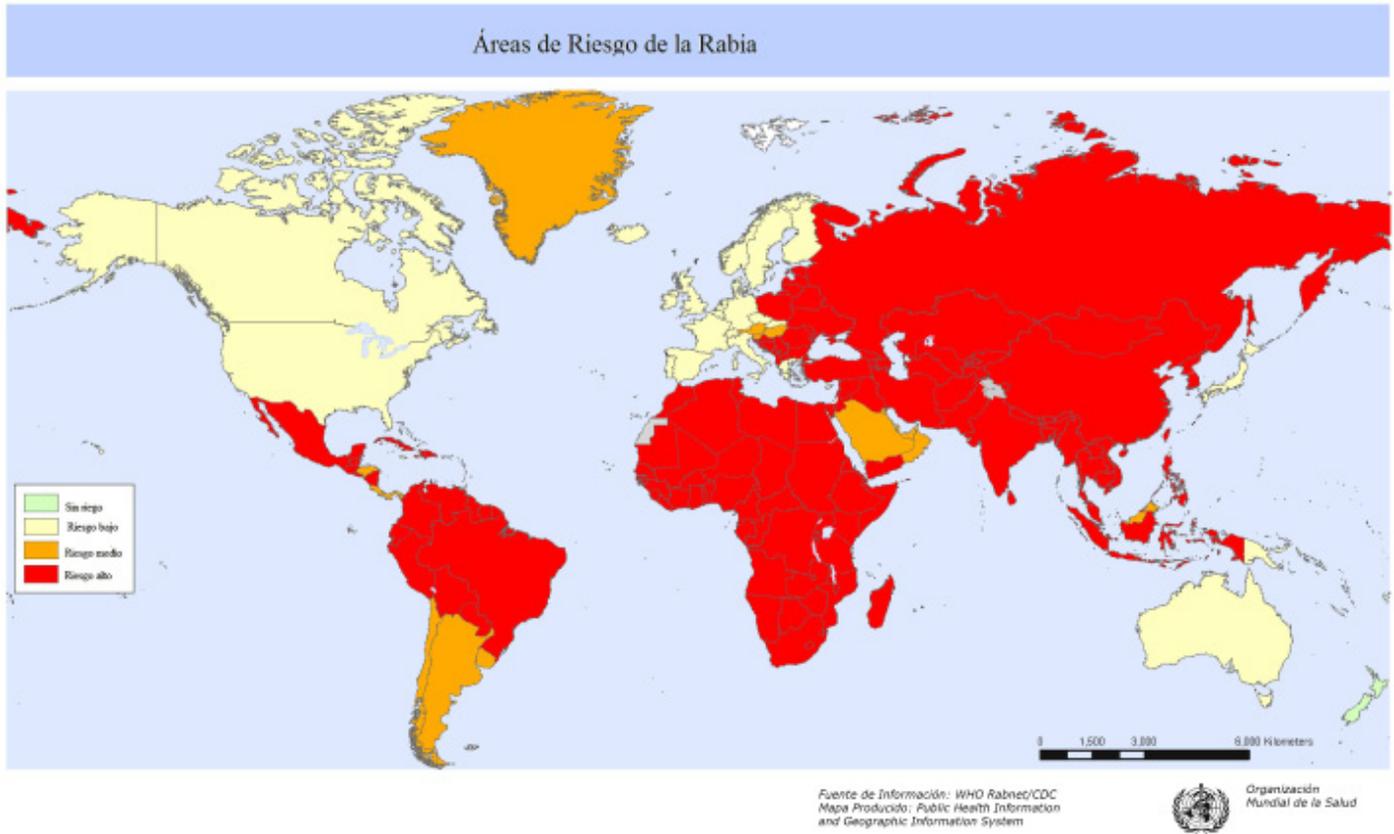
<http://es.wikipedia.org>, <http://trinibirding.com>, <http://animais.culturamix.com>

animales infectados. La transmisión se realiza fundamentalmente por una mordedura que atraviese la dermis, aunque también es posible contagiarse por contacto de la saliva infectada con las mucosas o con lesiones cutáneas recientes. Además se han registrado casos de contagio por partículas presentes en el aire en cuevas, en trabajadores de laboratorio y por trasplantes de córnea procedentes de pacientes que habían muerto de rabia. Hasta la fecha no se ha constatado la transmisión de persona a persona por mordedura (Vargas-García y Cárdenas-Lara, 1996).

El cuadro clínico de la rabia empieza con dolor en la zona de la mordedura e intranquilidad o angustia, el virus ingresa al sistema nervioso y progresivamente llega al cerebro, es entonces cuando se manifiesta la fiebre, malestar general y la garganta se paraliza, provocando un fuerte dolor al intentar tomar líquidos. Al llegar el virus al cerebro se produce la encefalitis y es el comienzo de la parálisis, los dolores y la agresividad. Una vez que se manifiestan los primeros síntomas en el ser humano, la muerte es inevitable. Alrededor del mundo mueren anualmente 272,000 personas por esta causa y más de 15 millones reciben vacunación después de la exposición.

Es bien conocido que la primera vacuna antirrábica fue desarrollada por Luis Pasteur en 1885. A partir de esta fecha se han elaborado otras que han ido mejorando, lo que ha llevado a que haya cada vez menos efectos secundarios en las personas y periodos de convalecencia más cortos; además, su costo se ha reducido. Existen tres tipos de vacunas que pueden ser usadas en el hombre: las de tejido nervioso, las de embrión de aves y las de cultivos celulares (Vargas-García y Cárdenas-Lara, 1996). Estas últimas son las más recomendadas, ya que su efecto es prolongado, presentan una fácil aplicación y no hay riesgo de efectos secundarios. Consisten en una suspensión concentrada y liofilizada del virus rábico de alguna cepa en específico, la cual es cultivada en células diploides humanas e inactivadas con beta-propiolactona (Vargas-García y Cárdenas-Lara, 1996).

Se conocen dos ciclos de transmisión de la rabia: el ciclo urbano que se transmite por animales domésticos (principalmente perros y gatos) y el ciclo silvestre, transmitido por animales silvestres como el murciélago vampiro (*Desmodus rotundus*), las zorras, los zorrillos y los mapaches, entre otros. En algunos lugares de México y América Latina los dos ciclos se sobrelapan, lo que significa la presencia de



**Figura 3**

Mapa de riesgo de la rabia generado por la organización Mundial de la Salud.

más de un reservorio y de más de una variante del virus (Velasco-Villa *et al.*, 2002). El ciclo urbano presente en perros ha sido erradicado en los países desarrollados, pero sigue siendo importante en algunos países en desarrollo; por ejemplo, en África representa el 85% de los casos. En México ha disminuido notablemente, debido al éxito de las campañas de vacunación implementadas por la SSA.

En los países desarrollados el ciclo silvestre es el más importante, ya que en Europa las zorras del género *Vulpes* son responsables del 59.6% de los casos (Sánchez-Serrano, 1997). En el continente americano en el año 2000 fueron notificados 7,680 casos en animales silvestres, 94.5% en América del Norte y 5.5% en América Latina. Los casos de rabia predominaron en los mapaches (39.4%), en los zorrillos (33.2%) y en murciélagos no hematófagos (19.1%).

### *Vampiros verdaderos y rabia humana*

El continente americano es el único sitio del mundo en donde se distribuyen las tres especies de murciélagos hematófagos conocidas, las cuales se alimentan principalmente de sangre de mamíferos y en menor proporción de aves (Medellín *et al.*, 1997). Este tipo de alimentación favorece que estas especies sean portadoras del virus de la rabia, que transmiten a los animales de los que se alimentan. La especie *Desmodus rotundus* es considerada como uno de los principales reservorios de este virus. Además de transmitirlo al ser humano, ocasiona pérdidas económicas importantes al sector ganadero, pues provoca la rabia paralítica bovina (derriengue) al ganado vacuno, causando tan sólo en los trópicos de América la muerte de 500 mil cabezas al año, aproximadamente (Loza-Rubio *et al.*, 2000).

En América, su transmisión por murciélagos hematófagos fue detectada por primera vez por Fernández de Oviedo en 1526 (Schneider y Santos-Burgoa, 1994). En 1911 se diagnosticó un episodio de rabia transmitida al ganado vacuno (derriengue). A partir de entonces se presentaron brotes y muertes humanas y de ganado provocadas por este virus a lo largo del continente americano. El primer brote registrado en la literatura especializada ocurrió en Trinidad y Tobago en 1927, con 53 muertes humanas y 2,000 de ganado vacuno. Los casos se trataron como poliomielitis y fue hasta 1931 que se hizo el diagnóstico correcto (Schneider y Santos-Burgoa, 1994).

En México, el primer caso de rabia humana transmitida por el murciélago vampiro diagnosticada en un laboratorio ocurrió en 1955 en Taxco, Guerrero. Un caso reciente sucedió en Tekax, Yucatán, en donde una niña de 12 años fue mordida por un murciélago de esta especie y falleció. Desafortunadamente en este caso las autoridades de salud locales decidieron cerrar una cueva aledaña por la sospecha de que ahí estuviera el virus, y en ella habitaban individuos de especies insectívoras y frugívoras que no fueron determinadas (Gómez-Carro *et al.*, 2004).

*Murciélagos no hematófagos como transmisores  
de la rabia*

Aunque es conocida la importancia del murciélago vampiro como transmisor del virus de la rabia, ahora se sabe que los murciélagos insectívoros y frugívoros presentan variantes endémicas del virus (Loza-Rubio *et al.*, 2000). En Europa, donde el ciclo silvestre es el único que prevalece y donde los murciélagos hematófagos no se distribuyen, los murciélagos insectívoros son portadores del virus, lo cual fue detectado por primera vez en 1954 en Alemania, aunque la especie transmisora no fue determinada. En ese mismo continente, el número de murciélagos insectívoros diagnosticados con rabia entre 1985 y 1987 fue de 270, siendo las especies *Eptesicus serotinus* y *Myotis dasycneme* los principales

transmisores (Sánchez-Serrano, 1999). En España, en 1987, se detectó por primera vez la transmisión del virus de la rabia de murciélagos insectívoros al ser humano.

Se han realizado diversas inoculaciones experimentales del virus en diferentes especies de murciélagos insectívoros y se ha visto que existen diferentes grados de susceptibilidad. En algunos casos se presentan síntomas de rabia y en otros el organismo muere sin manifestaciones de ésta. Asimismo, se ha documentado la infección de crías por la placenta y por la leche materna, sin la presencia de mordeduras y sin que haya una transmisión aerógena (Vargas-García y Cárdenas-Lara, 1996).

En México se han detectado 36 especies de murciélagos no hematófagos portadoras del virus rábico (Schneider y Santos-Burgoa, 1995). El primer caso de rabia transmitida por un murciélago no hematófago sucedió en 1931, cuando se reconoció el virus rábico en el murciélago frugívoro *Artibeus lituratus*. En 1951 se presentó un brote en el estado de Sinaloa, en donde 10 personas fueron mordidas por murciélagos y cinco fallecieron. En esa misma década se registraron varios brotes más en los estados de Jalisco, Nayarit y Guerrero (Gómez-Carro *et al.*, 2004). Hasta el año 2002 se conocían en México nueve variantes del virus rábico en México, de las cuales siete han sido detectadas en animales silvestres.

A pesar de lo anterior, es importante recalcar que los murciélagos desempeñan un papel muy importante en la naturaleza; los nectarívoros polinizan una gran cantidad de plantas y los frugívoros dispersan las semillas a grandes distancias, lo que aumenta su sobrevivencia. También favorecen las actividades humanas, pues controlan plagas de insectos, el guano que producen es un fertilizante natural muy efectivo y la saliva de los hematófagos ha servido para el estudio de compuestos anticoagulantes.

La presencia del virus rábico en mamíferos silvestres es importante, principalmente en zorras, mapaches, zorrillos, tejones y murciélagos, por lo que es recomendable que el público en general y en especial el personal que pueda tener contacto directo con estos organismos, o con sus refugios, tomen las precauciones necesarias para evitar ser contagiados. Se aconseja la vacunación contra la rabia a toda persona que trabaje con estos organismos aun sin ser mordidos ya que, como se ha mencionado con anterioridad, existen vías de contagio y transmisión que no implican contacto directo con el transmisor. Asimismo, es importante que los médicos, enfermeras y el público en general estén conscientes de que la mordedura de cualquier animal silvestre puede representar algún riesgo para la salud

Sin embargo, es necesario considerar que la tasa de especies de murciélagos no hematófagos que pueden infectarse de rabia es muy baja, así como el número de individuos de estas especies que enferman y que pueden transmitirla. Scheeler-Gordon y Smith (2001), analizaron 937 individuos pertenecientes a 64 especies de murciélagos de México y Paraguay, encontrando solamente un individuo infectado (0.1%) perteneciente a la especie *Lasiurus ega* para una localidad en Paraguay y ninguno de los ejemplares colectados en México presentó esta enfermedad.

#### Referencias

- Gómez-Carro, S., M. L. Ortiz-Alcaráz, E. Jiménez-Ríos., S. De Los Santos-Briones y E. Marín-Pech. 2006. Estudio de caso de rabia humana transmitida por murciélago hematófago en Yucatán, México. *Revista Biomédica*, 17(2): 118-122.
- Loza-Rubio E., C. C. de Mattos y A. Aguilar-Setién., C. A. de Mattos. 2000. Aislamiento y caracterización molecular de un virus rábico, obtenido de un murciélago no hematófago en la ciudad de México.

- Medellín, L. R, H. Arita y O. Sánchez. 1997. *Los murciélagos de México: clave de campo*. Asociación Mexicana de Mastozoología y Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad.
- Sánchez-Serrano, L. P. 1999. Rabia transmitida por murciélagos insectívoros en España. *Boletín epidemiológico semanal. Instituto de Salud Carlos III*, 7(14): 149-156.
- Scheeler-Gordon, L. L. y J. S. Smith. 2001. Surveys of bat populations in Mexico and Paraguay for rabies. *Journal of Wild Life Diseases*, 37(3): 582-593.
- Schneider, M. C. y M. C. Santos-Burgoa, 1994. Tratamiento contra la rabia humana: un poco de su historia. *Revista de Saúde Pública*, 28(6):454-463.
- Schneider, M. C. y M. C. Santos-Burgoa. 1995. Algunas consideraciones sobre la rabia humana transmitida por murciélago. *Salud Pública de México*, 37(4): 354-362.
- Vargas-García y Cárdenas-Lara, 1996. Epidemiología de la rabia: situación actual en México. *Ciencia Veterinaria*, 7: 331-360.
- Velasco-Villa A., M. Gómez-Sierra, G. Hernández-Rodríguez, V. Juárez-Islas, A. Meléndez-Félix, F. Vargas-Pino, O. Velásquez-Monroy y A. Flisser. 2002. Antigenic diversity and distribution of rabies virus in Mexico. *Journal of Clinical Microbiology*, 40 (3): 951-958.

## LOS PECES EUTELEÓSTEOS DE HIDALGO

Olga Lorena Porraz-Álvarez\* y Katia Adriana González Rodríguez\*\*

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

\*\* Profesora Investigadora del Museo de Paleontología, Área Académica de Biología, ICBI, UAEH.

Dentro de los vertebrados, el grupo más numeroso es el de los peces; nuestro planeta cuenta con más de 27, 977 especies con gran variación en formas, tamaños y hábitos. En el grupo, los peces teleósteos son los más numerosos, con 26, 000 especies (Nelson, 2006).

Los teleósteos son peces óseos, como las anguilas, morenas, salmones, atunes, truchas, pirañas, carpas, arenques, sardinas, anchoas, entre muchos otros. Tienen una amplia distribución geográfica y están presentes en todos los ambientes marinos y continentales. Sus orígenes se remontan al Triásico Tardío, periodo en que empezó el desmembramiento del súper-continente Pangea, hace aproximadamente 230 millones de años (Helfman *et al.*, 2009); sin embargo, estudios moleculares recientes (Near *et al.*, 2012) señalan que su origen es aún más antiguo, de hace unos 310 a 350 millones de años, durante el Carbonífero (también conocido como la Era de los Anfibios). Estos peces se distinguen de los demás grupos por la alta osificación y la gran cantidad de huesos fusionados a lo largo del esqueleto.

Se considera que los teleósteos (subdivisión Teleostei) han sufrido cuatro grandes eventos de radiación, los cuales dieron origen a los Osteoglossomorpha (peces mariposa de agua dulce), los Elopomorpha (anguilas), los Clupeomorpha (arenques) y los Euteleostei (salmones) (Fig. 1).

Los euteleósteos (verdaderos teleósteos) incluyen el mayor número de taxones de teleósteos, con 17, 419 especies, 2, 935 géneros y 346 familias (Nelson, 2006); los salmones, atunes, lenguados y truchas son algunos ejemplos de éstos. Las especies más antiguas

datan del Jurásico Tardío (~160 m.a.). Su máxima proliferación fue durante el Cretácico (160-70 m.a.), lo que significa que son contemporáneos de los grandes dinosaurios, los primeros mamíferos y algunas plantas que hoy en día conocemos.

La pesca de muchos de los euteleósteos significa una gran derrama económica, no únicamente en México, sino en todo el mundo. Tan sólo en el año 2009, nuestro país ocupó el cuarto lugar en producción pesquera a nivel mundial, un ejemplo es la extracción de 129, 420 toneladas de atún en ese año, y aunque pareciera

clase ACTINOPTERYGII

subdivisión TELEOSTEI

cohorte OSTEOGLOSSOMORPHA  
(peces mariposa de agua dulce)



cohorte ELOPOMORPHA  
(anguilas)



cohorte CLUPEOMORPHA

subcohorte CLUPEOMORPHA  
(arenques)



subcohorte EUTELEOSTEI  
(salmones)



Figura 1

Clasificación de los teleósteos según Arratia (2010). Imágenes tomadas de

<http://elartedelaestrategia.blogspot.mx>

[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Oncorhynchus\\_keta.jpeg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Oncorhynchus_keta.jpeg)

[www.gastrosoler.com/](http://www.gastrosoler.com/)

[www.rook.org/](http://www.rook.org/)

un recurso natural inagotable, debemos tener cuidado pues podríamos perder muchas especies por la sobreexplotación, afectando la economía mundial, pero principalmente a la biodiversidad.

Durante años ha existido gran controversia en cuanto a los caracteres que definen a los euteleosteos, que los hacen diferentes a los otros teleosteos. De hecho, el grupo de los euteleosteos es numeroso en especies, debido a que muchos autores han incluido peces con atributos semejantes, sin que los caracteres del grupo estuvieran bien definidos. Fue hasta el año 2010 cuando Arratia señaló como su principal característica la ausencia o la reducción notable de un hueso en la aleta caudal (arco neural del primer centro ural), el cual favorece el impulso en la natación del pez (Fig. 2). De esta manera, es probable que al hacer la revisión de este hueso en otros peces previamente incluidos en

Euteleostei, salgan de esta clasificación y otros no considerados con anterioridad, ingresen al grupo. Es importante continuar realizando estudios, tanto en euteleosteos recientes como en los fósiles, para encontrar nuevos caracteres morfológicos y moleculares, que permitan establecer las relaciones de parentesco del grupo. En este sentido, el hallazgo de nuevos euteleosteos fósiles juega un papel trascendental.

No obstante que en el estado de Hidalgo no tenemos mar, en las calizas laminadas de la cantera Muhi de Zimapán, se han encontrado cuatro euteleosteos fósiles con una edad aproximada de 100 millones de años (Cretácico Tardío), ya que en este tiempo gran parte de México se encontraba bajo las aguas cálidas del mar de Tethys. Los ejemplares están bien preservados y es posible observar la reducción del arco neural del primer centro ural, además de otras características. El estudio de los ejemplares permitirá establecer su identidad taxonómica y a través de un análisis filogenético, se podrán proponer hipótesis de interrelación con otros euteleosteos.

La presencia de los euteleosteos en la cantera Muhi corresponde al primer registro fósil del grupo en México, además de que se amplía su distribución en el mar de Tethys durante el Cenomaniano, lo que sugiere que desde hace millones de años estos peces tenían una amplia distribución.

La tarea de describir y clasificar a estos peces es complicada, primero debido a la gran cantidad de especies, géneros, familias y órdenes a comparar dentro de Euteleostei, y segundo, porque la mayoría de las descripciones se basan en caracteres blandos como el color de las escamas, presencia de aletas adiposas y características de los músculos, entre otros rasgos, los cuales se pierden durante el proceso de fosilización. Por esto, se busca la información más detallada a nivel de esqueleto y se examinan los registros fósiles de todo el mundo que permitan hacer comparaciones, sin dejar a un

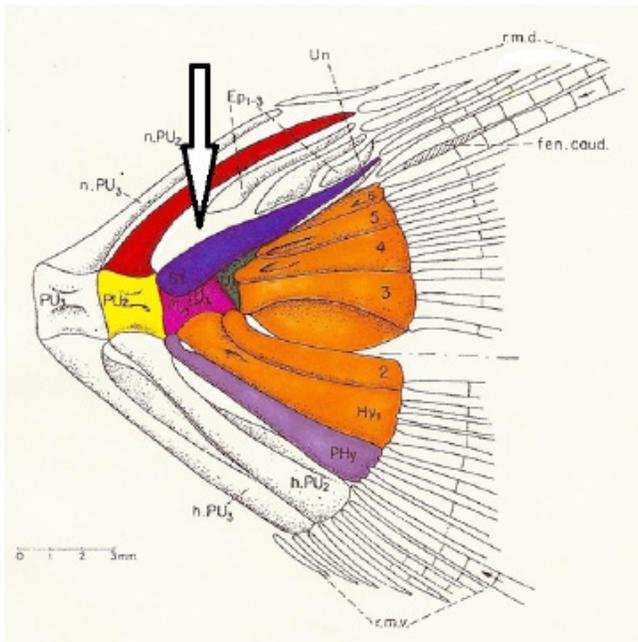


Figura 2

Esqueleto caudal del euteleosteo *Pateroperca libanica* (modificado de Gaudant, 1978), donde se ejemplifica la ausencia del hueso del arco neural. PU3 vértebra preural 3, PU2 vértebra preural 2, PU1 vértebra preural, U1 vértebra ural 1, U2 vértebra ural 2, nPU3 espina neural de la vértebra preural 3, nPU2 espina neural de la vértebra preural 2, Ep1-3 epurales 1-3, Un uroneural, St estegural, hPU3, espina hemal de la vértebra preural 3, hPU2 espina hemal de la vértebra preural 2, PHy parahipural, Hy1-6 hipurales.



**Figura 3**  
Euteleosteó fósil encontrado en las calizas laminadas de la cantera Muhi, Zimapán, Hidalgo.

lado la revisión de ejemplares recientes.

El estudio de los peces fósiles es de gran importancia, ya que permite ampliar el conocimiento sobre su diversidad en el pasado; asimismo, al estudiar las características del sitio donde se depositaron y la asociación fósil del afloramiento, es posible conocer el ambiente donde vivieron, las especies con las que convivieron, y algunos aspectos de su biología. Por otro lado, se pueden rastrear los ancestros de las especies que viven en la actualidad, la diversificación de los grupos, sus relaciones de parentesco y tal vez las razones de su permanencia o extinción. Los euteleosteos de la cantera Muhi pueden ser una clave importante para entender algunos de estos aspectos, por lo que su revisión y descripción, además de contribuir al conocimiento de la diversidad del grupo, ayudará a comprender su papel en los ecosistemas marinos del pasado.

#### Referencias

- Arratia, G. 2010. The Clupeocephala re-visited: Analysis of characters and homologies. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 45(S1): 635-657.
- Gaudant, M. 1978. Nouvelles observations sur l'anatomie et sur la position systématique d'un poisson téléostéen du Cénomanién du Liban: *Pateroperca Woodward*. *Geobios*, 11(2): 189-211.
- Helfman, G.S., B. B. Collette, D. E. Facey y B. W. Bowen. 2009. *The Diversity of Fishes. Biology, Evolution, and Ecology*. Segunda Edición. Wiley-Blackwell Publisher, Malaysia.
- Near, T. J., R.I. Eytan, A. Dornburg, K. L. Kuhin, J. A. Moore, M. P. Davis, P. C. Wainwright, M. Friedman y W. L. Smith. 2012. Resolution of ray-finned fish phylogeny and timing of diversification. *PNAS Early Edition*: 1 – 6.
- Nelson, J. S. 2006. *Fishes of the World*. John Wiley & Sons, Hoboken.

## Guía para colaborar en Herreriana, revista de divulgación de la ciencia:

### 1. Las colaboraciones a entregar pueden ser de varios tipos:

a). Artículos informativos sobre cualquier área de la ciencia, en especial de la biología, o de la metaciencia (filosofía de la ciencia, historia de la ciencia, sociología de la ciencia y política científica, entre otras).

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 se eligieron los temas de estudio.

c). Reflexiones en torno al quehacer científico.

d). Entrevistas o pláticas sostenidas con científicos de otras universidades.

e). Entrevistas con estudiantes o investigadores.

f). Reportes de sucesos o eventos ocurridos en los centros de trabajo.

g). Cuentos que ayuden al lector a saber más acerca de algún fenómeno científico o recreaciones biográficas.

2. El tamaño del escrito deberá ser menor a 10 cuartillas en doble espacio, en texto corrido (sin justificar), letra Times New Roman 12 puntos.

3. Los textos deberán estar redactados en un lenguaje que pueda ser entendido por la población en general, sin palabras técnicas. Se sugiere echar mano de toda la imaginación y creatividad literaria posible.

4. Los dibujos, gráficas y fotografías deberán remitirse en archivos por separado en formato JPEG.

5. Los pies de figura de las ilustraciones se mandarán al final del texto y en orden correspondiente.

6. Los textos enviados sin las características arriba mencionadas no serán dictaminados.

7. Las colaboraciones deberán enviarse al correo [herreriana@uaeh.edu.mx](mailto:herreriana@uaeh.edu.mx)

## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

MTRO. HUMBERTO VERAS GODOY

Rector

MTRO. ADOLFO PONTIGO LOYOLA

Secretario General

DR. SÓCRATES LÓPEZ PÉREZ

Coordinador de la División de Investigación y Posgrado

LIC. JORGE DEL CASTILLO TOVAR

Coordinador de la División de Extensión de la Cultura

MTRO. JESÚS IBARRA ZAMUDIO

Coordinador de la División de Docencia

LIC. ALFREDO DÁVALOS MORENO

Director de Comunicación Social y Relaciones Públicas

DR. ORLANDO ÁVILA POZOS

Director del Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

DR. JUAN ALBERTO ACOSTA HERNÁNDEZ

Secretario Académico del Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

M. EN C. JESÚS MARTÍN CASTILLO CERÓN

Jefe del Área Académica de Biología

### Centro de Investigaciones Biológicas

Ciudad Universitaria, Carretera Pachuca-Tulancingo, Km 4.5 s/n, C.P. 42184, Mineral de la Reforma Hidalgo. Correspondencia dirigida a Herreriana, Apartado postal 69-1 Pachuca Hidalgo, México C.P. 42001

Teléfono 01 (771)7172000 ext 6640, 6644, 6664 y 6712  
Fax: 01(771)7172112

Correo electrónico: [herreriana@uaeh.edu.mx](mailto:herreriana@uaeh.edu.mx)

### ¡Consúltala y Bájala en PDF!

<http://www.uaeh.edu.mx/campus/icbi/investigacion/biologia/herreriana.htm>

*Estamos haciendo cambios en Herreriana. Comparte tu opinión.*