

Julián Monge-Nájera

LOS CARACOLES DE CLEOPATRA

Historia Natural sobre caracoles
y otros animales



Editado por Katherine Bonilla Badilla y producido
con la colaboración y supervisión especial de
Zaidett Barrientos Llosa y Carolina Seas Carvajal

LOS CARACOLES DE CLEOPATRA

Historia Natural sobre caracoles y otros animales

Por Julián Monge-Nájera

Editado por Katherine Bonilla Badilla y producido con la colaboración y supervisión especial de Zaidett Barrientos Llosa y Carolina Seas Carvajal

Copyright 2021 CC BY 3.0



Esta obra puede ser reproducida y distribuida, incluso con fines comerciales, siempre y cuando se atribuyan los créditos a Julián Monge-Nájera como autor y se explique si se realizan modificaciones al contenido del libro.

Editado y publicado en Costa Rica, Enero 2021

PRESENTACIÓN

Este libro es una pieza de “bolsillo digital”, con pequeñas narraciones basadas en interesantes aspectos biológicos sobre caracoles principalmente, pero además otros invertebrados y vertebrados. Más que exponer su biología, el autor impregna en cada narración todo el misterio y curiosidades que envuelven a estos seres y su relación con la naturaleza.

De la mano de la ciencia, y con un punto de vista muy detallado el libro te llevará a hacer un viaje por la historia, desde la época de los dinosaurios, pasando por la antigua Roma antes de Cristo, la Edad Media, los años dorados de Darwin y sus descubrimientos, las guerras mundiales y los avances de la ciencia en los siglos pasados contrastados con los actuales... En fin, muchísimos momentos entrecruzados con la historia de la humanidad donde los animales han estado presentes y no han tenido especial protagonismo. Por eso, aunque muchas veces ignorados u obviados, el autor te pone al margen de estas interesantes historias, donde recordamos que el humano nunca se ha encontrado solo. Por el contrario, estamos rodeados de seres y criaturas que también luchan en sus propias batallas, con armaduras y contra grandes enemigos, con fieles aliados, en extenuantes recorridos y travesías, viajes kilométricos por mar, tierra y aire, búsquedas interminables, y sobre todo, con el mismo fin que el nuestro, la supervivencia.

El libro abarca dos capítulos. En el primer capítulo se desarrolla la relación entre los caracoles y la historia de la humanidad, capturando textos que van desde la antigüedad de la misma Cleopatra, hasta su relación con Drácula. Además, se revela cómo siendo seres tan pequeños, los caracoles han logrado de maneras inimaginables conquistar cada rincón exclusivo del planeta. Y por último, se desenvuelven historias basadas en sus curiosos y misteriosos comportamientos y asociaciones biológicas con otros seres. En el capítulo dos, se engloban otros grupos, aunque no menos interesantes por supuesto, desde insectos hasta dinosaurios. Combinando literatura, ciencia y cotidianidad, la narrativa explora insectos, gusanos de terciopelo, dinosaurios, lagartijas y aves. El abanico de temáticas es extenso, como filogenia, registro fósil, comportamiento, interacciones biológicas, mucha historia natural e incluso matemáticas.

Con mucha probabilidad, llegaremos a la conclusión de que en el mundo natural siempre habrá más preguntas que respuestas. Es por eso que te invitamos a esa búsqueda incansable de respuestas, a seguir explorando sobre estos maravillosos seres, generando y compartiendo el conocimiento.

Katherine Bonilla Badilla, Editora, Costa Rica, Enero 2021

CONTENIDOS

PRESENTACIÓN	3
CAPÍTULO 1. CARACOLES	6
1. 1. CARACOLES EN LA HISTORIA: LOS MOLUSCOS DETRÁS DE CLEOPATRA, MARC ANTHONY Y DRÁCULA.....	6
1.1.1. Los minúsculos caballeros con armadura del Castillo de Saladino.....	6
1.1.2. La reina Cleopatra y los misteriosos caracoles de Volubilis.....	9
1.1.3. Los más pequeños gladiadores del coliseo romano	12
1.1.4. ¿Por qué reemplazaron los caracoles a los caballeros y damas de los castillos medievales? 15	
1.1.5. Los caracoles “voladores” que compartieron Transilvania con el verdadero Drácula.....	19
1. 2. ¿CÓMO LOGRARON LOS CARACOLES LLEGAR AHÍ? SOBRE CÓMO USARON OTROS ANIMALES PARA VOLAR LITERALMENTE A NUEVOS SITIOS.....	23
1.2.1. Al igual que los humanos pueden tomar un autobús, tren o avión, los caracoles de agua dulce pueden tomar un escarabajo, un elefante o un pato.	23
1.2.2. El misterio que entretuvo a Darwin: ¿cómo llegan los caracoles terrestres a oasis en medio del desierto del Sahara, y a las más lejanas islas oceánicas?	25
1.2.3. Biografía de un caracol de charca	29
1. 3. COMPORTAMIENTOS MISTERIOSOS DE LOS CARACOLES: CARACOL MURCIÉLAGO Y OTRAS SORPRESAS	33
1.3.1. El sorprendente “caracol murciélago” de Costa Rica	33
1.3.2. Lucha de gigantes: los desesperados esfuerzos de Nueva Zelanda por salvar sus caracoles carnívoros.....	36
1.3.3. Los misteriosos tentáculos cristalinos de los caracoles.....	39
1.3.4. Los caracoles que murieron inseparablemente asociados con los dinosaurios	43
1.3.4. Los bisontes y sus inesperados efectos sobre los caracoles acuáticos del Viejo Oeste.....	47
REFERENCIAS.....	50
CAPÍTULO 2. HISTORIAS SOBRE OTROS ANIMALES: DESDE EL PRIMER INSECTO HASTA LOS SECRETOS DE LOS DINOSAURIOS	55
2.1. INSECTOS	55
2.1.1. El primer insecto del mundo	55
2.1.2. ¿Cómo se resolvió en Costa Rica el misterio de las mariposas tronadoras cuyos sonidos Charles Darwin nunca pudo desentrañar? 100 años de la bioacústica en América Central.....	58
2.2. GUSANOS TERCIOPELO	63
2.2.1. ¿Quiénes son los parientes más cercanos de los gusanos de terciopelo u onicóforos?	63

2.3. DINOSAURIOS	66
2.3.1. Los misteriosos dinosaurios gemelos.....	66
1.5. AVES	72
1.5.1. Las aves como víctimas de guerra	72
REFERENCIAS.....	75
ACERCA DEL AUTOR.....	77

CAPÍTULO 1. CARACOLES

1. 1. CARACOLES EN LA HISTORIA: LOS MOLUSCOS DETRÁS DE CLEOPATRA, MARC ANTHONY Y DRÁCULA

1.1.1. Los minúsculos caballeros con armadura del Castillo de Saladino

Resumen: Ocultos en la cima de una colina en Siria, viven desde hace mil años unos seres diminutos, dotados —al igual que los caballeros cristianos que en julio de 1188 se enfrentaron allí a las tropas del Sultán Saladino— de armaduras, sistemas digestivos, músculos y cerebros. Pero su lucha contra un enemigo enorme e inmisericorde, dura hasta nuestros días.



Fig. 1. Ruinas del Castillo de Saladino en Siria. Fuente: [Anas Al Rifai, Wikicommons](#).

Así lucen ahora las ruinas del Castillo o Fortaleza de Saladino en Siria. Pero en el siglo XII, la fortaleza lucía muy diferente, porque allí ocurrió una sangrienta lucha entre los caballeros cristianos que lo ocupaban, y las tropas de Saladino, sultán de Egipto y Siria. Tras tres días de asedio, los cristianos fueron derrotados el 30 de julio de 1188.



Fig. 2. Armamento de caballeros cruzados y soldados islámicos, similares a los usados en la fortaleza de Saladino. Fuente: Guillermo de Tiro, *Las Cruzadas*.

Pero mucho antes de esta toma, ya vivían en esta impresionante fortaleza unos seres diminutos, dotados —igual que los soldados— de armaduras, sistemas digestivos, músculos y cerebros: eran los caracoles *Buliminus labrosus*, que serían descritos por la ciencia gracias a ejemplares recolectados en la fortaleza en el siglo XVIII (Olivier, 1804).



Fig. 3. Caracoles *Buliminus labrosus*. Fuente: [Wikipedia](#).

Se sabe poco de estos caracoles, posiblemente por la dificultad de estudiar un lugar asolado por la guerra desde hace al menos 1000 años, y que hoy, cuando escribo esto (2020) sufre una de las grandes tragedias humanitarias de inicios del siglo XXI. Pero algo se sabe, gracias a que también se encuentran en Israel, donde hay un fuerte aparato científico que los ha estudiado, especialmente bajo la dirección del malacólogo Joseph Alexander Heller (Heller, 1975).

¿Cómo llegaron a la fortaleza?

Estos caracoles viven en terrenos donde la roca es rica en carbonato de calcio, mismo material del que están hechos la tiza y nuestros huesos. Probablemente llegaron dentro de grietas en las rocas con que se construyó la fortaleza; y también por su propio pie desde los campos que la rodean.

En las colinas, estos caracoles son más numerosos del lado sur, más soleado, pero vivir allí tiene un costo: son más pequeños para poder enfrentar la desecación y falta de alimento del lado sur (Broza, & Nevo, 1996).

Nadie sabe si lo mismo ocurre en las murallas del sur de la fortaleza, pero no sería extraño, ya que fácilmente se aíslan y diferencian genéticamente (Nevo, Bar-El, Beiles, & Yom-Tov, 1982).

Cuando llegan las lluvias de octubre, salen de su estivación y se aparean. Esconden los huevos en las grietas de las piedras, y en un par de semanas nacen los bebés, que se ocultan de día y salen de noche a buscar hojas caídas ya en descomposición, su alimento principal, el cual no escasea en la fortaleza.

Tras dos años de desarrollo, estos caracoles alcanzan la madurez y producen la siguiente generación.

Durante los periodos más secos, estivan en grupos de hasta 150 animales bajo rocas y en grietas. Pero esta población de durmientes esconde dos tristes secretos. Por una parte, hay allí mismo un ratón, del género *Acomys*, que se los come para obtener agua y nutrientes.



Fig. 4. El ratón *Acomys*, enemigo natural de los caracoles de Saladino. Fuente: [Wikipedia](#).

Y por otra, al igual que tantos caballeros cruzados que cayeron durante la toma de la fortaleza, la mitad de los caracoles durmientes nunca despertarán de su sueño estival, víctimas del calor, el hambre y quien sabe cuántos enemigos invisibles que los matan dentro de sus conchas.

1.1.2. La reina Cleopatra y los misteriosos caracoles de Volubilis

Resumen: Azotada por el viento, en medio de un valle olvidado en el norte de África, se encuentra una antigua ciudad que lleva el curioso nombre de Volubilis. Volubilis existe gracias a una historia de amor de la que casi todos hemos escuchado, la de Antonio y Cleopatra. Y en sus ruinas se encontró algo que no debía estar allí: un caracol que parece hecho de mármol.



Fig. 5. Ruinas de la primer ciudad avanzada de Volubilis, África. Fuente: [Wikipedia](#).

En el año 45 AC las tropas de Julio César derrotaron en Túnez al rey numidio Juba I. Juba se suicidó, pero Julio César se llevó a Roma a su pequeño hijo, un niño que si viviera ahora estaría seguramente en “preescolar”. El pequeño Juba no fue maltratado; por el contrario, se le dio trato de noble y recibió la mejor educación, hablando y escribiendo perfectamente latín y griego. Pasaron los años, Julio César fue asesinado, y también murieron Cleopatra y Antonio, quienes habían tenido una hija llamada Cleopatra Selena II (Roller, 2003).

En el año 28 AC, deseoso de tener un aliado en África, el emperador Octavio Augusto envió a Juba II a reinar en el país de su padre. Allí, acompañado de su esposa Cleopatra Selena II, el sabio rey numidio agrandó la antigua población cartaginesa de Volubilis y la convirtió en capital del reino.

Siendo tanto él como Cleopatra Selena soberanos sabios, la historia es favorable con su reinado, y Juba II escribió varios excelentes libros de arqueología e historia de la región

mediterránea, así como dos tratados zoológicos, que fueron ampliamente citados por Plinio el Viejo (Roller, 2003).



Fig. 6. Moneda del antiguo Reino de Mauretania: anverso: Juba II de Numidia; reverso: Cleopatra Selene II. Fuente: [Wikimedia](#).

Pasaron los años y la ciudad fue devastada por un terremoto en el siglo IV, pero entre las piedras y la vegetación, un habitante sobrevivió, el caracol *Cerņuella virgata* (Hogan, 2007).



Fig. 7. El caracol *Cerņuella virgata*. Fuente: [Wikimedia](#).

Pero *Cerneuella virgata* no debería estar allí, por una razón muy sencilla. Es una especie europea, no africana.

¿Cómo llegó?

Mi hipótesis es que su llegada a Volubilis ocurrió en el siglo II, cuando las revueltas locales obligaron al emperador Marco Aurelio a enviar tropas romanas y construir una muralla alrededor de la ciudad (Rogerson, 2010).

Al igual que ocurrió en la década de 1990, cuando se detectaron caracoles iraquíes en los equipos militares que volvían a los EEUU tras la Operación Tormenta del Desierto, los caracoles romanos deben haber viajado adheridos a los equipos militares y demás pertrechos que llevaban las tropas de Marco Aurelio. Esto no excluye la posibilidad de que los romanos los llevaran como alimento, ya que aún se consumen en España, donde los romanos estuvieron por siglos.

Irónicamente, la mayoría de lo que sabemos sobre la vida de este caracol se lo debemos a los malacólogos australianos. ¿Porqué?

Porque al igual que llegó a África del Norte, *Cerneuella virgata* llegó a Australia, donde es una plaga agrícola desde inicios del siglo XX. Gracias a eso sabemos que se reproduce a tiempo para que los bebés disfruten del buen microclima que traen las lluvias, que los individuos más grandes ponen más huevos, y que normalmente se mantienen en un área restringida (Baker, 2008), equivalente a que un humano no se moviera a más de 3 km de su casa. Y, aun así, ¡han llegado muy lejos en estos dos milenios!

1.1.3. Los más pequeños gladiadores del coliseo romano

Resumen: Las reproducciones de batallas navales, las peleas de gladiadores y la caza de animales salvajes no son los únicos dramas que se han vivido en el coliseo romano. Ignorados por turistas y científicos, los caracoles del coliseo llevan miles de años librando sus propias batallas.



Fig. 8. Los edificios históricos de Roma, abandonados, lucían llenos de naturaleza en el siglo XVII, incluyendo el coliseo, que se ve acá a la derecha. Millones de insectos, moluscos y plantas hallaron allí un hogar. Pintura por W. Nieylant. Fuente: [Wikimedia](#).

Casi nadie se fija en los pequeños caracoles que se ven pegados a las paredes milenarias del Coliseo Romano y otros monumentos históricos de la Ciudad Eterna. Son igualmente ignorados por turistas y biólogos. Pero el zoólogo polaco Stefan Witold Alexandrowicz sí se fijó, y nos ha dejado un lindo artículo sobre la malacofauna de las ruinas romanas (Alexandrowicz, 2012).

¿Por qué son tan frecuentes los caracoles en estas ruinas?

Básicamente por dos razones, porque encuentran todo lo que necesitan, y porque se dividen los recursos. Por una parte, las ruinas tienen una rica y variada vegetación que les sirve de alimento y los protege del clima y de sus enemigos. Además, la piedra con la que se construyeron el coliseo (llamado en realidad *Circus Maximus*), el foro y otros edificios romanos, son ricas en carbonato de calcio, necesario para la construcción de las conchas de los caracoles (Alexandrowicz, 2012). Por otra parte, las dos especies dominantes se especializan uno en partes

soleadas, y otra en partes sombreadas, de manera que no compiten directamente por recursos y ambos prosperan.

Los caracoles son frecuentes en los senderos turísticos, en la vegetación y en las piedras. Don Stefan halló en el coliseo ocho especies, 57% de ambiente seco (Alexandrowicz, 2012).

Y las especies dominantes en el coliseo son fascinantes, el “caracol chico” *Cerņuella virgata*, y el “caracol peludo”, *Xerotricha conspurcata*.

El caracol chico, es llamado así por los españoles lo comen en “tapas” y también comen otra especie más grande.

Este caracol chico tiene una desventaja, y es que cuando la humedad baja, forma grandes grupos y entra en un estado de adormecimiento.



Fig. 9. El caracol chico, *Cerņuella virgata*. Este usualmente forma grandes grupos y es un buen candidato para los platillos. En 2020 se informó de restos de sopa de caracol en una tienda de comida rápida en Pompeya. Fuente: V. Menkov, Wikimedia.

Originalmente, el estar en grupos durante el periodo de mayor indefensión tenía una ventaja evolutiva: si una lagartija o un ratón se encuentran a un caracol dormido, hay casi un 100% de probabilidad de que se coma justo ese caracol. Pero si se encuentra 100, la probabilidad de ser el elegido baja a 1/100 y por eso la selección natural favoreció agruparse.

Pero justo esa ventaja, que funcionó por millones de años, fue la causa de la pérdida del caracol chico, porque cuando los humanos descubrieron que era fácil conseguir 100 cada vez, decidieron que valía la pena buscarlos para preparar una buena sopa, o alguna otra receta de las muchas que se hacen con los caracoles que son abundantes. Probablemente los romanos los

comían, y tal vez ellos llevaron la costumbre a España, donde aún perdura; o tal vez los españoles lo descubrieron sin influencia de la cocina romana.

En todo caso, el caracol tiene su venganza. Muchos llevan en sus cuerpos un parásito, el gusano *Brachylaima cribbi*. Este gusano, que también desde mucho antes de que Roma fuera un imperio ya atacaba a los caracoles, inicia su ciclo en otro caracol, el *Theba pisana*, de allí pasa al caracol chico y siguiendo la cadena, a las personas que se lo comen. Y si ningún parroquiano se los come, pasan a ratones, aves y reptiles y allí se mantiene el ciclo.

La persona que se come el caracol crudo, o mal cocinado, adquiere el parásito y lo libera en sus heces, de donde pasa a otros caracoles y reinicia el ciclo.

Los efectos van desde dolor abdominal y diarrea, hasta cambios peligrosos de frecuencia cardiaca, pero el 90 % de las personas sobrevive (Butcher & Grove, 2001).

El otro pequeño habitante del coliseo, el caracol peludo, es fascinante no solo porque es peludo, lo cual puede decirse de pocos caracoles, sino también porque usa dardos de amor (Kerney, Cameron, & Jungbluth, 1983).



Fig. 10. El caracol peludo, *Xerotricha conspurcata*. Solamente en los jóvenes se ve con claridad la cubierta de filamentos o “pelos”, pues con el tiempo estos filamentos se van cayendo. Se cree que estos filamentos les ayudan a adherirse al sustrato. Fuente: Shkodër, Wikimedia.

Los dardos de amor son como flechas de calcio que el individuo que hará de macho clava en su pareja para que abra la vagina. Para ello, el dardo lleva hormonas.

Desde hace milenios, este violento acto de amor se ha repetido millones de veces en el coliseo romano, sin que nadie lo sepa. Nadie, claro, salvo usted que ahora queda, oficialmente, enterado de que las reproducciones de batallas navales, las peleas de gladiadores y la caza de animales no son los únicos dramas que se han vivido en el coliseo (Kerney, Cameron, & Jungbluth, 1983).

1.1.4. ¿Por qué reemplazaron los caracoles a los caballeros y damas de los castillos medievales?

Resumen: Donde otrora dominaban bosques inmensos, en la edad media llegaron vasallos que talaron los bosques y construyeron castillos de piedra, habitados por damas y defendidos por caballeros en armadura, que inspirarían las leyendas y cuentos de hadas con que todavía nos entretenemos en nuestra niñez. Si no había una colina para construir el castillo en la cima, se construía en las planicies, pero se rodeaba de fosos de agua y puentes levadizos. Pasaron los siglos y las armas de fuego volvieron inútiles los muros de piedra, por lo que la mayoría de los castillos fueron abandonados y poco a poco se han ido deshaciendo, llenando el suelo de carbonato de calcio y piedras desquebrajadas, el hábitat ideal para muchos caracoles de tierra. Cuando los biólogos miraron de cerca las especies de estas ruinas, la sorpresa no fue solamente lo que encontraron, sino también lo que no encontraron.



Fig. 11. Ruinas de un castillo cerca de Cork, Irlanda. Fuente: [Mycanonpictures](#).

En un trabajo espectacular en que durante una década recolectó metódicamente caracoles en 123 castillos europeos, la malacóloga checa Lucía Jurickova encontró algo inesperado y, tal

vez, alentador: ocho especies, algunas de ellas en peligro de extinción, son mucho más comunes en los castillos que en la naturaleza (Juříčková, 2005).

Si existieran *tours* para ver caracoles de castillos en ruinas, casi se podría garantizar a los turistas que verían tres especies sin importar el castillo: *Punctum pygmaeum*, *Vitrina pellucida* y *Discus rotundatus*.

El caracol *Punctum pygmaeum* es, como sugiere su nombre, diminuto, mide 1.5 mm de diámetro; se encuentra en gran parte de Eurasia, en musgos, líquenes, vegetación caída y piedras, incluso si hay poco calcio. Aunque es hermafrodita, su apareamiento es cruzado y pone de 1 a 16 huevos proporcionalmente enormes.

La semibabosa *Vitrina pellucida* habita tanto en bosques como en prados y jardines, donde come vegetación descompuesta, pero también se le va raspando hepáticas, carroña y heces. Sus huevos son blandos y sus enemigos incluyen los erizos y el nemátodo parásito *Elaphostrongylus*. Es una semibabosa porque está en proceso de disminuir su concha, de hecho, ya no cabe en ella.

El caracol *Discus rotundatus* vive en troncos caídos, hojarasca e incluso jardines, a veces en grupos, y no se ve afectado por suelos con poco calcio. Pone grupos de 20 a 50 huevos en la hojarasca. Son medianamente longevos (3 años) y no tienen los dardos sexuales que en otras especies terrestres permiten el apareamiento.

En cuanto a las especies que son más abundantes en los castillos que en la naturaleza, la primera especie es el caracol *Balea perversa*, bien conocido, aunque extinto en algunas partes de Europa; vive en sustratos rocosos, ojalá rugosos y calentados por el sol, donde se alimenta de bacterias, algas y hongos. Como muchos otros caracoles terrestres, produce huevos que tardan un par de semanas en eclosionar y en pocos meses los caracolitos se vuelven adultos. Es especial porque suele autofecundarse y conservar los huevos dentro del cuerpo hasta que nacen los bebés.

La segunda especie es *Clausilia dubia*, llamativa por tener huevos con cáscara calcificada (todo un lujo entre los moluscos) y porque pese a su pequeñez tiene vidas relativamente largas que superan los 3 años. En la naturaleza, se le encuentra en microhábitats húmedos del suelo, los árboles y las paredes rocosas. Otra especie de la que se puede decir prácticamente lo mismo es *Clausilia parvula*, pero los expertos no se ponen de acuerdo en si es una especie válida o es la misma *Clausilia dubia*, la duda persiste.

La especie *Alinda biplicata* es relativamente grande (2 cm de largo), longeva (6 años) y produce hasta 50 bebés por año, pudiendo poner huevos o retenerlos en el cuerpo hasta que eclosionen.

El siguiente en la lista es *Pupilla muscorum*, cuyo útero es como una línea de producción donde se encuentra una fila de embriones en etapas secuenciales de desarrollo, algo espectacular y atípico entre los moluscos. También es extraordinario por tener las enzimas digestivas necesarias para poder comer vegetación viva; y se le encuentra en dunas, piedras y hojarasca.

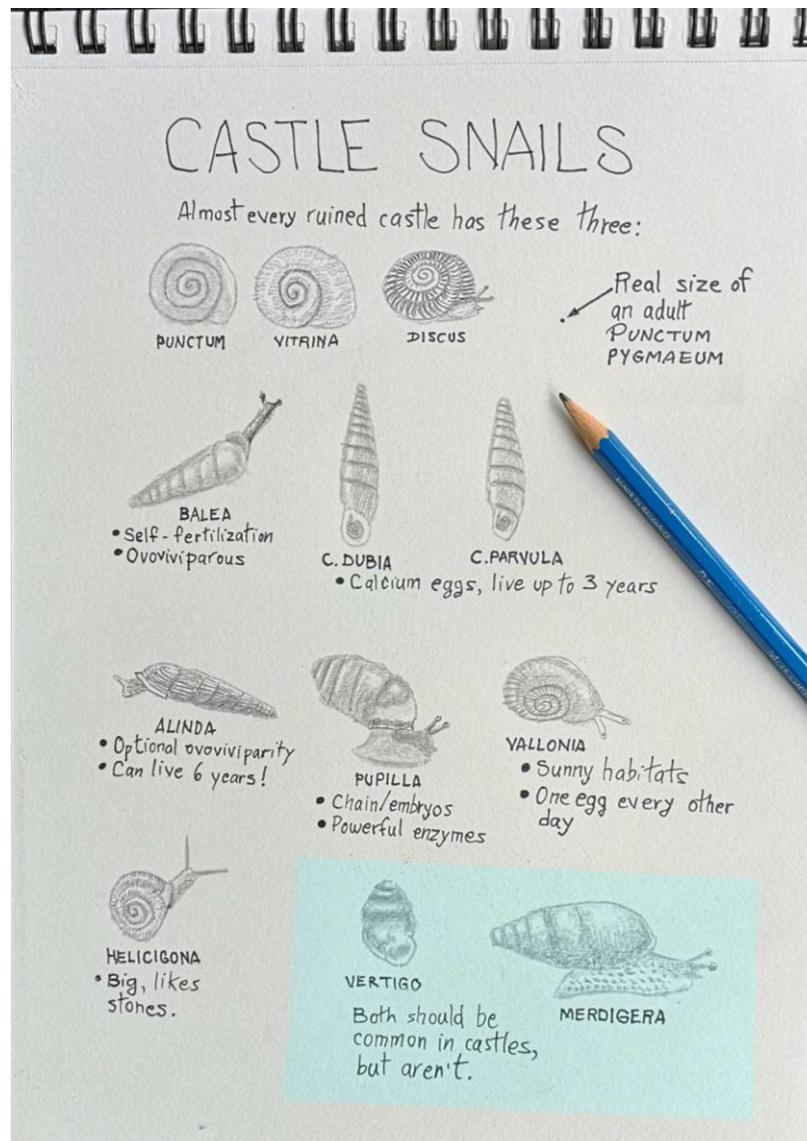


Fig. 12. En mi cuaderno de bocetos: tres caracoles que están en prácticamente todos los castillos (los tres de arriba); seis especies que son más abundantes en los castillos que en la naturaleza, y, abajo en celeste, las dos especies que debieran ser comunes en los castillos, pero, por razones desconocidas, no lo son. Todo esto muestra lo mucho que nos falta por investigar en este campo.

El diminuto *Vallonia costata* es casi invisible y habita zacatales, pedregales y dunas. Vive varios años y cada 1-4 días pone un huevo, lo que le da un poder enorme de reproducción, el cual, junto a su capacidad de vivir en lugares soleados y secos, explica que se le encuentre en toda la cuenca del Mediterráneo.

Finalmente, un caracol con un lindo nombre latino que significa “mata piedras”, *Helicigona lapicida*, raspa cianobacterias y líquenes de las piedras, incluso de las lápidas de los cementerios. Es grande (2 cm de diámetro) y en un experimento en que se marcaron especímenes, se descubrió que en un año la mayoría no se alejaban más de 10 metros del lugar original.

¿Qué tendrán en común estas especies exitosas en los castillos, y que tendrán en común las que son más abundantes en la naturaleza que en las ruinas?

Esa pregunta aún está por responder. Más aún, hay dos especies que parecen ideales para abundar en los castillos, y sin embargo no lo hacen: *Vertigo pygmaea* y *Merdigera obscura* (Juříčková, 2005).

Como sugiere su nombre, *Vertigo pygmaea* es pequeño y vive por igual en sitios húmedos y secos. Es relativamente abundante y, dadas sus necesidades ecológicas, se podría esperar que fuera común en los castillos, pero solo está en uno de cada diez castillos, y en poca cantidad. El otro, *Merdigera obscura*, se ve con cierta frecuencia en troncos, piedras y hojarasca, incluso en muros, pero igualmente es escaso en los castillos. ¿Por qué?

Aún con su profundo conocimiento de los caracoles europeos, la Dra. Jurickova todavía no ha logrado hallar la respuesta (Juříčková, 2005).

1.1.5. Los caracoles “voladores” que compartieron Transilvania con el verdadero Drácula

Resumen: En su novela de 1897 Drácula, Bram Stoker usó la naturaleza de Transilvania como trasfondo, pero, aparte de los lobos, no convirtió a los animales en personajes de su novela. Esto me llevó a preguntarme qué tipo de caracoles terrestres habitan en el bosque de los Cárpatos que tanto asustó a Jonathan Harker en la tierra de Vlad Drácula.

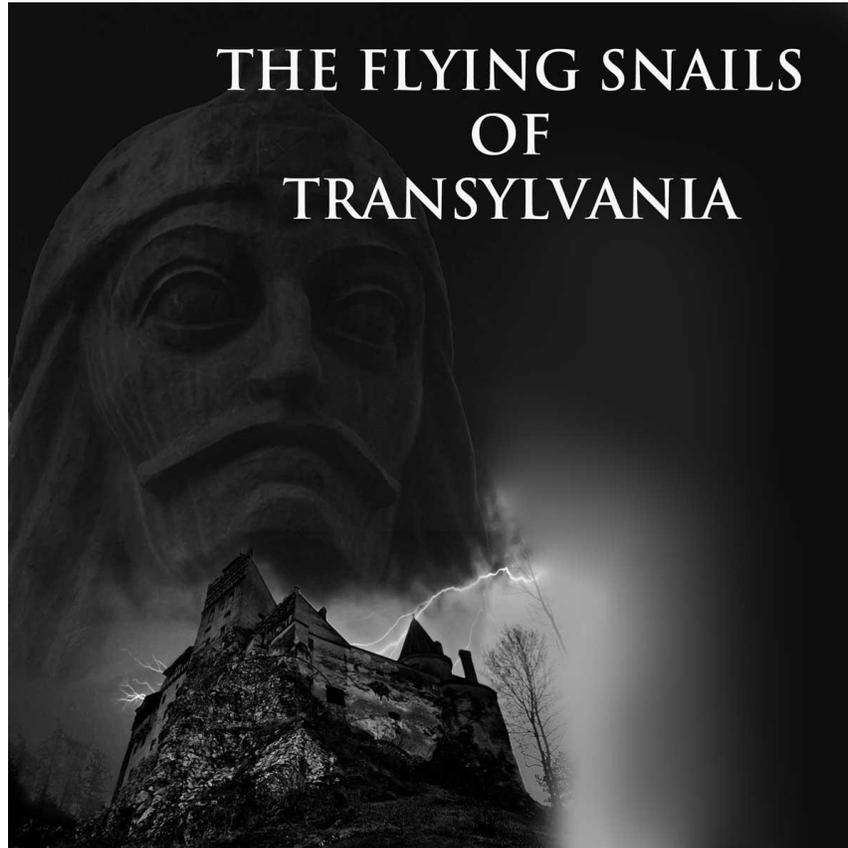


Fig. 13. Vlad Tepes (Drácula) y castillo en Transilvania. Modificado de [Young Shanahan](#) and [Trafalgar](#).

En Drácula, Bram Stoker comentó que el paisaje de Transilvania se encontraba entre las últimas regiones desconocidas que quedaban en Europa; pero, afortunadamente, si desea aprender sobre los caracoles terrestres de Transilvania, existe un estudio reciente hecho en Cheile Vârghişului, una de las zonas de piedra caliza ricas en caracoles que aun se hallan en los montes Cárpatos (Gheoca, 2016).

Esperaba unos caracoles monstruosos, aptos para hacer compañía a los vampiros, pero no, los caracoles transilvanos son diminutos, muchos están en peligro de extinción y, en algunos casos, solo sabemos que existen.

El bosque de los Cárpatos abunda en el haya común (*Fagus sylvatica*); es hogar de lobos, osos, jabalíes y corzos, y da miedo por la noche:

“Entonces, en la distancia, desde las montañas a cada lado de nosotros se escuchó un aullido más fuerte y más agudo, el de los lobos, que afectó tanto a los caballos como a mí de la misma manera, porque estaba dispuesto a saltar del coche y correr, mientras los caballos se encabritaban y corrían enloquecidos, de modo que el conductor tuvo que utilizar todas sus fuerzas para evitar que se desbocara” (Stoker, 1897).

Los hábitats de piedra caliza, que desde la distancia parecen cráneos gigantes, tienen grandes poblaciones de pequeños caracoles, como el caracol cilíndrico (*Truncatellina cylindrica*) y el caracol del maíz (*Granaria frumentum*). Las partes más verdes están dominadas por los llamados caracoles de puerta o clausilídeos, principalmente el caracol ondulado (*Laciniaria plicata*), el caracol de filigrana (*Ruthenica filograna*) y el caracol bogatense (*Alopiya bogatensis*). Aquí hay algunos bocetos en acuarela que hice para dar una idea de cómo se ven estos caracoles:

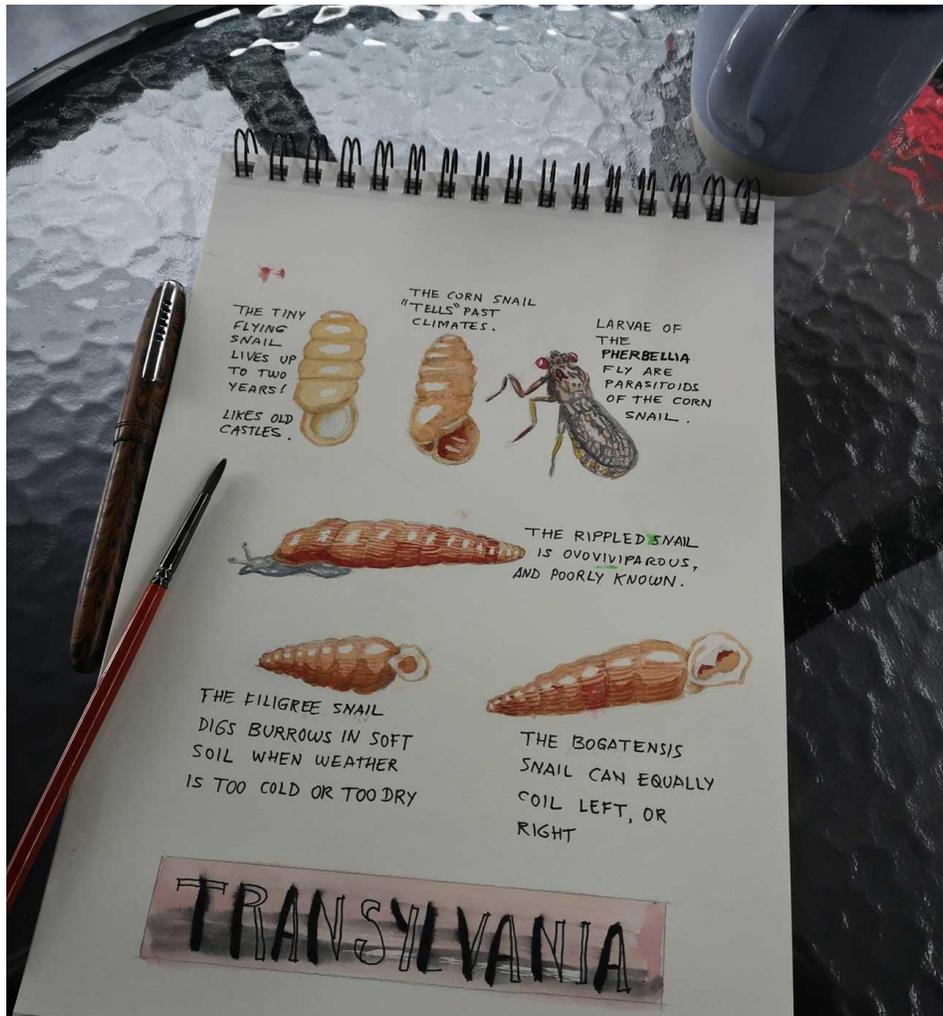


Fig. 14. De mi cuaderno de dibujo: un vistazo de los caracoles de Transilvania.

El caracol cilíndrico, *Truncatellina cylindrica*

Empecemos por el caracol cilíndrico (*Truncatellina cylindrica*); a diferencia de las otras especies de este bosque, sabemos un poco sobre este caracol, llamado con humor por el profesor Kirchner y sus colegas “el caracol volador” por la razón que veremos pronto.

El caparazón de 2 mm de largo es de un hermoso color café dorado, y sus interrupciones en el crecimiento son un indicio de que el animal sobrevive al invierno, pero deja de crecer durante esa temporada difícil.

Se encuentra en áreas soleadas y, curiosamente, este caracol se ha estado guareciendo bajo plantas del género *Sedum* por miles de años, mucho antes de que estas plantas se volvieran comunes en nuestros propios “techos vivos” o *greenroofs* (sempergreen.com).

En la segunda mitad del año, este caracol pone hasta 11 huevos, más pequeños que el punto de un bolígrafo, pero sorprendentemente protegidos por calcio, como los huevos de los vertebrados. Después de tres semanas, eclosionan y los caracoles resultantes viven un máximo de 2 años.

Se cree que los caracoles de este tamaño son transportados por el viento a grandes distancias, incluso sobre el mar, por eso se les ha llamado “caracoles voladores” (Kirchner, Krätzner, & Welter-Schultes, 1997).

El caracol cilíndrico puede volverse común en los castillos abandonados, pero sufre cuando los castillos se restauran y pierden sus microhábitats (Alexandrowicz, 2013).

El caracol de grano, *Granaria frumentum*

El segundo caracol de nuestra lista, el caracol de grano, de 8 mm de largo, *Granaria frumentum*, crece mejor en la ladera norte de las colinas, al igual que sus parientes en la Fortaleza de Saladino ([ver el artículo de Saladino de esta serie aquí](#)) (Gittenberger, 1973).

Nadie sabe por qué esta especie es más grande del lado norte, pero probablemente ese lado sea más húmedo y, por lo tanto, más rico en alimentos y menos exigente fisiológicamente. El efecto del clima sobre el tamaño de las conchas de esta especie se utiliza para estimar la temperatura en sitios arqueológicos (Sólymos, & Sümegei, 1997).

Este pobre caracol es la única víctima de las larvas de la mosca parasitoide *Pherbellia limbata* (Nerudova-Horsakova, Murphy, & Vala, 2016).

El caracol ondulado, *Laciniaria plicata*

Con 4 cm de largo, el caracol ondulado, *Laciniaria plicata*, es un gigante entre los caracoles de esta familia, que normalmente miden menos de 1 cm de largo; poco se sabe sobre su biología, pero curiosamente se ha encontrado adherido en ranas (Kolenda, Najbar, Kusmieriek, & Maltz, 2017).

Aparte de eso, no pude encontrar casi nada sobre el caracol ondulado de Transilvania.

El caracol de filigrana, *Ruthenica filigrana*

El caracol de filigrana, *Ruthenica filigrana*, mide 9 mm de largo, es de color marrón amarillento pálido, y curiosamente la forma de su apertura cambia mucho de una región a otra, pero nadie sabe si se trata de una adaptación a las condiciones locales o una mutación aleatoria (Szybiak, & Leśniewska, 2008).

A diferencia de los vampiros ficticios, parece que le va bien en lugares soleados y puede enterrarse cuando el clima demasiado frío y seco lo hace necesario. Los caracoles de filigrana se vuelven adultos en 3-6 meses (Szybiak, Gabała, & Leśniewska, 2015).

Les gusta vivir en la hojarasca de varias especies (*Carpinus betulus* y *Fraxinus excelsior*), pero evitan la hojarasca de roble (*Quercus*), sicómoro (*Acer pseudo-platanus*) y álamo (*Populus tremula*), que pueden resultarle incomibles (Szybiak, Błoszyk, Koralewska-Batura, & Gołdyn, 2009).

El caracol bogatense, *Alopi bogatensis*

El caracol bogatense, *Alopi bogatensis*, es de color córneo amarillento, de tamaño intermedio (19 mm) y parece preferir los hábitats húmedos de piedra caliza en las montañas. Donde se le encuentra, domina a otros caracoles y alcanza grandes densidades (Gheoca, 2016).

A diferencia de la mayoría de los caracoles terrestres, los miembros de la familia Clausiliidae son casi exclusivamente siniestros, o sea, se enrollan hacia la izquierda (si uno los coloca con la punta para arriba y la apertura hacia uno). Y en el caso del género *Alopi*, al que pertenece el caracol bogatense, se conocen tanto especies siniestras como diestras; nadie sabe por qué no se ha fijado una dirección de crecimiento en estos misteriosos animales, cuando si ha ocurrido en la mayoría de las especies (Fehér, Németh, Nicoară, & Szekeres, 2013).

¿Desaparecerán los caracoles en la oscuridad de la noche de Transilvania?

Los caracoles de los Cárpatos están amenazados por la continua destrucción de su hábitat y, en algunos casos, representan las últimas poblaciones de especies ahora extintas en otras partes de Europa. Su supervivencia depende de la persistencia de hábitats de piedra caliza con buena humedad y vegetación o, para otras especies, de la disponibilidad de bosque con la hojarasca adecuada (Gheoca, 2016). Esperemos que se queden con nosotros durante muchos años.

Solo puedo preguntarme si, en algún momento de su vida, tal vez de niño, Vlad Drácula se tomó un momento para observar alguno de estos caracoles que habitaban su hermosa pero sufrida tierra.

1. 2. ¿CÓMO LOGRARON LOS CARACOLES LLEGAR AHÍ? SOBRE CÓMO USARON OTROS ANIMALES PARA VOLAR LITERALMENTE A NUEVOS SITIOS

1.2.1. Al igual que los humanos pueden tomar un autobús, tren o avión, los caracoles de agua dulce pueden tomar un escarabajo, un elefante o un pato.

Resumen: Los casos documentados de los caracoles de agua dulce que usan medios de transporte inesperados nos ayudan a entender cómo estos animales lentos llegan a estanques, lagos y ríos separados por tierra o mar, alcanzando inmensas distribuciones geográficas, que van desde Canadá hasta Brasil.



Fig. 15. En una mesa de mi casa: bocetos a tinta de cómo los caracoles de agua dulce viajan largas distancias rápidamente montando escarabajos de agua depredadores, aves y vertebrados terrestres, incluidos los elefantes.

Los pequeños caracoles de la especie *Fonscochlea accepta* se encuentran en cientos de manantiales del desierto australiano: ¿llegan a estos manantiales aislados por conexiones subterráneas? Esto es más difícil de lo que parece, porque el agua subterránea está a presión; se ha

propuesto entonces que otros animales los cargan de manantial en manantial, pero nadie lo sabe con certeza (Worthington et al., 2008).

Sin embargo, sí existen casos documentados de caracoles de agua dulce que son transportados por otros animales a largas distancias.

Se han encontrado caracoles adultos, así como sus huevos, adheridos a escarabajos depredadores de agua dulce, como *Dytiscus marginalis*, *Acilius* sp. y *Melodema coriaceum*. Los caracoles que viajan en escarabajo pertenecen a la familia Ancyliidae (Rees, 1965), la cual incluye gastrópodos de concha dura que se alimentan de microvegetación acuática y pueden respirar tanto agua como aire, gracias a tener a la vez pseudo-branquias y pulmones.

También se han encontrado caracoles de agua dulce en el tordo arrocero (*Dolichonyx oryzivorus*), un ave longeva que se alimenta de granos e insectos y migra entre América del Norte y del Sur (Rees, 1965).

En la década de 1980, el zoólogo canadiense David A. Boag hizo experimentos con caracoles de estanque de las especies *Lymnaea stagnalis*, *Stagnicola elodes* y *Helisoma trivolvis*, y descubrió que *Helisoma trivolvis* podría sobrevivir a viajes de 10 km a lo largo de las rutas migratorias de patos entre Centroamérica, Caribe y América del Norte (Boag, 1986). Sin embargo, sus experimentos solo probaron caracoles adheridos a plumas aisladas y la mayoría murieron por deshidratación; en la vida real, los caracoles viajarían protegidos dentro de un abrigo de plumas o adheridos al barro en el cuerpo del pato, y podrían sobrevivir períodos y distancias mucho más largos.

También se han encontrado caracoles vivos, o sus huevos, adheridos al pelo y al barro de mamíferos; incluso en especies tan inesperadas como elefantes africanos que viajan cientos de kilómetros por día desde un abrevadero al siguiente (Van Leeuwen et al., 2013). Pero probablemente el mejor amigo de los caracoles de agua dulce es nuestra especie: nosotros los transportamos por todas partes con nuestras botas y equipo embarrialado, y —en una escala mucho mayor— los hemos llevado a gran parte del mundo mediante el enorme y creciente comercio de acuarios (Yanai, Dayan, Mienis, & Gasith, 2017).

1.2.2. El misterio que entretuvo a Darwin: ¿cómo llegan los caracoles terrestres a oasis en medio del desierto del Sahara, y a las más lejanas islas oceánicas?

Resumen: Imagino cómo, hace más de 150 años, Emma Darwin mostró su acostumbrada paciencia y amor cuando su esposo Charles se puso a sumergir caracoles terrestres en agua de mar. ¿Para qué lo hacía? Para resolver uno de los grandes misterios de la naturaleza, cómo es que los lentos y frágiles caracoles de tierra aparecen en medio de los más mortales desiertos y en islas lejanas que nunca estuvieron conectadas a los continentes.



Fig. 16. Charles Darwin de niño. Fuente: [Wikimedia](#).

Charles Lyell, cuyo libro de geología fue fundamental para que Darwin descubriera cómo evolucionan las especies, había escrito que los caracoles terrestres solo podían haber llegado a algunos lugares inexplicables sin haber sido llevados por el mar o por las aves. Pero era solamente una idea, no había ninguna evidencia que lo apoyara. Como buen científico, Darwin hizo experimentos en los cuales su esposa, amorosa y paciente, le ayudaba siempre que podía, igual que cuando le tocó el piano para ver si la lombrices podían escuchar piano (Emma estudió piano, y nada menos que con Frédéric Chopin). Darwin encontró que los caracoles *Helix pomatia* sobrevivían 20 días en agua de mar; así, podían viajar grandes distancias en la vegetación flotante

que los ríos llevan al mar durante las tormentas y luego iniciar nuevas poblaciones en lugares despoblados (Darwin, 1859).

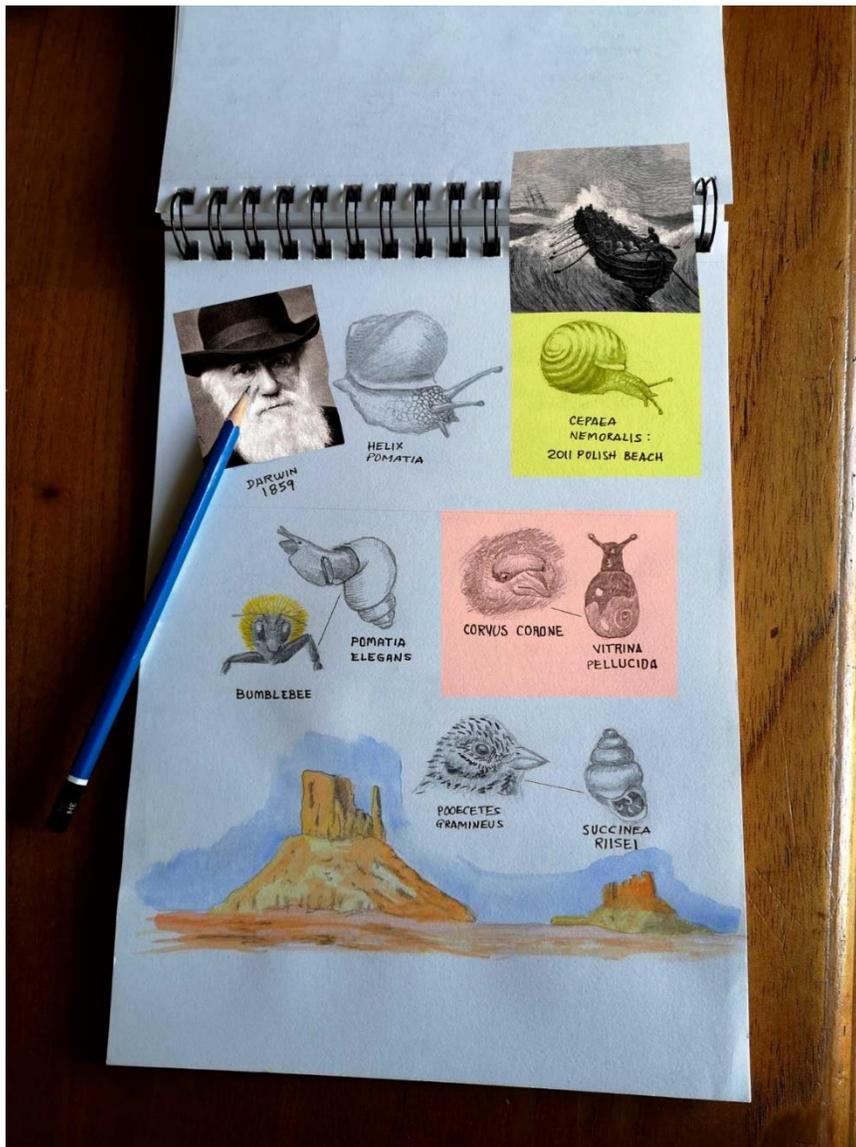


Fig. 17. En mi cuaderno de bocetos, maneras en que los caracoles terrestres pueblan el mundo: llevados por mar y aire durante las tormentas, así como por insectos y aves. El caracol caribeño *Succinea riisei* ha sido hallado en aves que vuelan sobre el desierto de Arizona.

Pero el experimento de Darwin no probaba que los caracoles sobrevivían al viaje por mar en restos flotantes, solo que podía ocurrir. Sin embargo, en 2011, unos científicos polacos recogieron vegetación traída a la playa por una tormenta en el Mar Báltico, y en ella hallaron varios caracoles *Cepaea nemoralis* sanos y salvos; estos caracoles siguen poniendo huevos fertilizados por más de un año después de su apareamiento, con lo que basta uno para establecer toda una población (Ozgo, Örstan, Kirschenstein, & Cameron, 2016).

Pero una manera aún más increíble que usan los caracoles terrestres para viajar, es el vuelo, adheridos a insectos. Por supuesto esto no lo creeríamos, sino fuera porque hay una decena de casos confirmados por la ciencia. Por ejemplo, diminutos *Pomatias elegans* en patas de abejorros (Rees, 1965).

El pequeño caracol *Vitrina pellucida* aparece ocasionalmente en el plumaje de aves migratorias, que llevan hasta 10 caracoles cada una, por ejemplo, en la corneja *Corvus corone*, que viaja de norte a sur dentro de Eurasia, o incluso hay casos en especies que viajan distancias mucho mayores, como el caracol puertorriqueño *Succinea riisei* que se encontró en un gorrión (*Poocetes gramineus*) en el desierto de Arizona. Un caso aún más espectacular: se han encontrado huevos de caracoles *Succinea* en medio desierto del Sahara, adheridos a aves migratorias que viajan entre África y Europa (Rees, 1965).

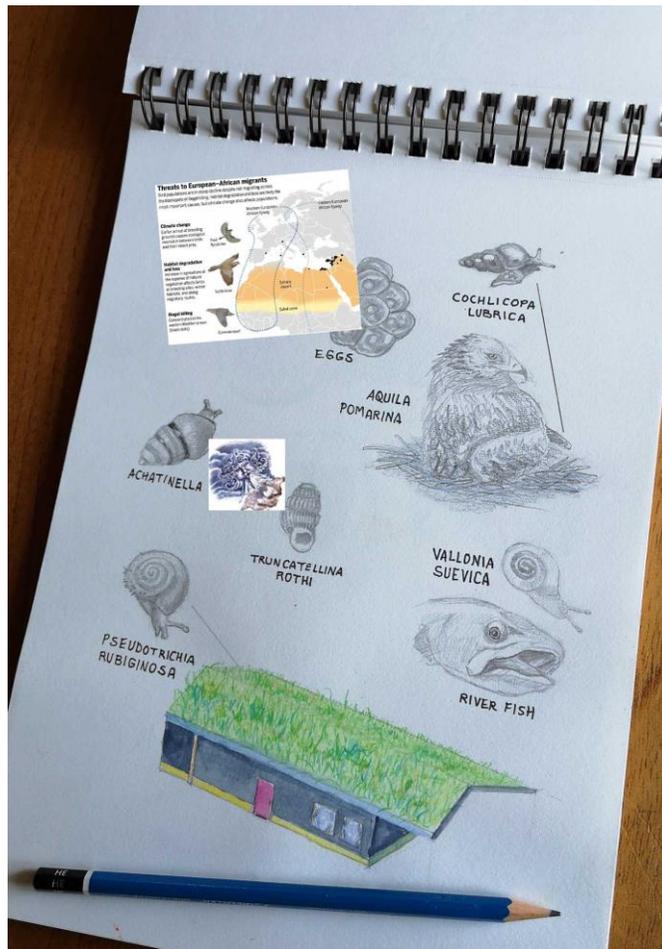


Fig. 18. Huevos de caracol terrestre en aves capturadas en medio desierto del Sahara, caracoles vivos en nidos de águila, heces de pez y hasta en el viento, o especies casi extintas que aparecen en techos de edificios: el tema de los viajes de los caracoles terrestres me sigue fascinando tras varias décadas.

Además de largos vuelos en aves migratorias, los caracoles terrestres pueden ser llevados distancias cortas por las aves que recogen vegetación para sus nidos, por ejemplo, los caracoles *Fruticicola fruticum* y *Zonitoides nitidus* (Shikov & Vinogradov, 2013).

El caracol *Cochlicopa lubrica* ha sido hallado en Europa en nidos de águila (*Aquila pomarina*). En los nidos, los caracoles no solo encuentran un nuevo lugar para colonizar, sino microclima adecuado y alimentación abundante (Maciorowski, Urbanska, & Gierszal, 2012).

Otra forma de “volar” es llevados por el viento tormentoso, y aunque sean unos pocos metros, pueden cruzar, por ejemplo, pequeños cauces de agua que de otra manera serían una barrera. Esto se ha demostrado en Hawaii colocando transmisores en dos especies de caracol de follaje, *Achatinella mustelina* y *Achatinella sowerbyana* (Hall & Hadfield, 2009).

Experimentos hechos en los años 90 demostraron que caracoles muy pequeños, sea porque son muy jóvenes o por ser de especies diminutas como *Truncatellina rothi*, pueden viajar kilómetros sobre mar y tierra llevados por los fuertes vientos de tormenta (Kirchner, Krätzner, & Welter-Schultes, 1997).

Igualmente sorprendente es el caso de los *Vallonia*, pequeños caracoles terrestres que viven en vegetación junto al agua: sus fósiles desde hace 5 millones de años, y su distribución actual, coinciden con las de ciertos peces. Son caracoles terrestres, pero a razón parece ser que los peces los tragan accidentalmente al comer vegetación de la orilla. Los caracoles sobreviven el paso por el sistema digestivo, viajando de esa manera grandes distancias río arriba. Peces y caracoles están íntimamente asociados, y al desaparecer sus hábitats, ambos se están extinguiendo (Altaba, 2015).

Es posible que el mayor distribuidor de los caracoles terrestres sea el ser humano, que lleva tierra, plantas, peces y equipo a todo el mundo. Ya mencioné en esta serie como algunos caracoles viajaron con el ejército romano y, más recientemente, con el de los EEUU. Pero hay otras formas, cada vez están más de moda los techos con vegetación o green roofs, donde miles de especies encuentran un hábitat sobre casas y edificios. Entre ellos, se han encontrado en años recientes desde especies comunes, hasta especies muy escasas o incluso extintas en ciertas regiones.

Los primeros que parecen haberlo notado son los finlandeses, que hallaron cuatro especies en los techos: *Cochlicopa lubrica*, *Oxyloma elegans*, *Pseudotrachia rubiginosa*, y *Succinella oblonga* (Páll-Gergely, Kyrö, Lehvävirta, & Vilisics, 2014). Estos caracoles son transportados en la vegetación y tierra que el ser humano usa para construir esos techos con vegetación. ¿Notó la pintura de portada de Darwin niño, sosteniendo una maceta que casi con seguridad contenía muchos huevos invisibles de invertebrados?

El viento, el agua y otros animales, desde los esperables como las aves, hasta los inverosímiles como peces e insectos, son las “agencias de viaje” que explican la increíble capacidad de uno de los animales más lentos del mundo para viajar por todo el planeta. Y ellos, de alguna manera, hacen lo mismo por otros: un estudio reciente demostró que los caracoles son dispersores de muchos nematodos, que sobreviven al sistema digestivo de estos moluscos (Sudhaus, 2018).

1.2.3. Biografía de un caracol de charca

Resumen: Algunos caracoles aparecen misteriosamente en charcas temporales tan pequeñas que no alcanzarían para llenar una olla grande. ¿Cómo llegan allí? ¿Mueren todos cuando se seca la charca? Y, en ese caso, ¿cómo sobrevive la especie?



Fig. 19. Los caracoles de agua dulce aparecen rápida y misteriosamente en pequeños charcos, lejos de cualquier estanque o arroyo, ¿cómo llegan allí? Fuente: [Wikimedia](#).

Para entender la vida de los caracoles de charca que, en todo el mundo aparecen misteriosamente hasta en pozas de lluvia, elegí de ejemplo a *Aplexa hypnorum*, caracol típico de ese grupo del cual existe un bonito estudio, ya clásico, hecho por los malacólogos Cornelis den Hartog y L. de Wolf, del Instituto Hidrológico de Holanda, en un pequeño canal de riego que estaba a 50 m de su oficina (Den Hartog, & De Wolf, 1962).

Este estudio tiene más o menos mi edad, pues lo iniciaron cuando mi madre tenía 7 meses de embarazo. El nombre *hypnorum* (durmiente) se refiere a la capacidad de sobrevivir inactivo a los períodos muy secos o muy fríos.

Es increíble, pero a veces este caracol de agua vive en grandes cantidades en charcas de apenas un par de centímetros de profundidad, como se ha visto en las cercanías del castillo de Doorwerth (Bremekamp, 1950).



Fig. 20. En mi cuaderno de bocetos: ecología de un caracol de charca típico, *Aplexa hypnorum*, cuya historia natural ha sido especialmente estudiada en Holanda, donde es abundante en los alrededores del Castillo de Doorwerth.

These snails are found in all kinds of ponds, from cultivated open areas to swampy areas next to lakes and forests. Stagnant water is their home, as long as the acidity ranges from pH 5 to 9.

Se les encuentra en todo tipo de charcas, desde zonas abiertas cultivadas hasta zonas pantanosas junto a lagos y bosques. El agua estancada es su hogar, siempre que la acidez oscile entre 5 y 9 de pH.

La biografía del caracol durmiente comienza con un huevo; unos días antes de que se seque su charca, los caracoles se van al fondo y adhieren sus huevos a la vegetación, trozos de madera y hasta piedras, justo en la sección que conservará la humedad por más tiempo al ser la

más profunda. Los huevos, cada uno de 1mm, se mantienen húmedos y protegidos dentro de una bolsa gelatinosa con hasta 25 huevos, y eclosionan 2 semanas después (Den Hartog, 1963).

¿Cuánto tardan en madurar? Según unos autores, 2 meses; según otros, 2 años. No sabemos si estos valores tan diferentes son errores o si realmente hay tanta variabilidad de un lugar a otro. En todo caso, se sospecha que algunos de estos caracoles llegan a vivir hasta 4 años, pero en esto también hay mucho espacio para investigar (Den Hartog, 1963).

Además de la sequía, hay otro periodo muy duro para *Aplexa hypnorum*: cuando llega el invierno, las charcas se congelan y tanto los huevos, como algunos caracoles de diversas edades, entran en un periodo de inactividad y su respiración se reduce al mínimo para mantener las funciones vitales. Muchos no sobreviven, sobre todo los más viejos, pero los que sobreviven despiertan con la primavera a fines de marzo. En algunos casos, en octubre nace una segunda generación que se une a la de primavera, y posiblemente en otros sitios la reproducción ocurre en otras épocas del año (Den Hartog, 1963).

Pasados la sequía y el frío, la clave es alimentarse bien para crecer con la mayor rapidez posible. Las charcas tienen dos fuentes de alimento, lo que cae de la tierra circundante, como hojas y ramas, y la vegetación y organismos acuáticos propios de la charca. Los caracoles comen todo tipo de materia orgánica en descomposición, tanto vegetal como animal, incluyendo carroña. A menudo son alimentos poco nutritivos, lo que explica que deban comer de forma prácticamente constante. Este aspecto, que yo sepa, no ha sido notado por quienes los han estudiado, pero debe tener un efecto marcado sobre la evolución del caracol. Se le ve flotando boca arriba y alimentándose del invisible plancton que flota en el agua. Y ocasionalmente sale a comer del todo fuera del agua, pero tiene un truco: al salir a raspar algas de la vegetación emergida, se mantiene dentro de un manto de agua, casi invisible, que evita la desecación (Den Hartog, 1963).

Es el caracol que vive más cerca del círculo polar (74 grados de latitud norte), y soporta incluso los 13 grados Celsius bajo cero⁴. No se sabe aún como alcanza las charcas más apartadas, pero se cree que los huevos y jóvenes pueden ser transportados por aves, insectos, mamíferos e inundaciones,

Comparándolo con otros caracoles, *Aplexa hypnorum* es un detritívoro de charcas temporales ricas en materia orgánica, y allí tiene ventaja sobre otras especies que requieren aguas más limpias o duraderas (Brown, 1982). Produce un mucus que es tóxico para caracoles limneidos como *Galba truncatula* y *Omphiscola glabra*, los cuales, no debe sorprendernos, son sus competidores directos al vivir en los mismos lugares y aprovechar los mismos alimentos (Brown, 1982).

También tiene enemigos pequeños, el caracol es afectado por el parásito unicelular *Pfeifferinella elipsoides*, el cual aparentemente casi no le causa daño (Fritsche, 1987), y por millones de años ha librado una guerra contra las larvas de las llamadas “moscas malacófagas” como *Atrichomelina pubera* (Foote et al., 1960) y *Platygyrnopa helicis* (Wirth, 1971).

Los fósiles indican que *Aplexa hypnorum* vivía en gran parte de Europa durante el Pleistoceno hace un millón de años, pero la modificación que ha sufrido el paisaje europeo en las últimas décadas le ha ido quitando hábitats: hoy se encuentra extinto en Suecia, y se ha vuelto

escaso en el resto del continente (aun es debatido si también está en América del Norte). Tal vez para el ser humano este caracol sea por ahora una especie inútil, aunque debe tener un arsenal de sustancias poderosísimas para evitar las infecciones en las aguas estancadas donde vive. Pero su espectacular capacidad de ser un caracol de agua en charcas de unos pocos centímetros de profundidad, que se secan y se congelan anualmente, merece nuestro respeto y admiración.

1. 3. COMPORTAMIENTOS MISTERIOSOS DE LOS CARACOLES: CARACOL MURCIÉLAGO Y OTRAS SORPRESAS

1.3.1. El sorprendente “caracol murciélago” de Costa Rica

Resumen: En los bosques nublados de Costa Rica, habita un caracol extraordinario, cuyo comportamiento recuerda unas veces a los murciélagos, otras veces a los gatos domésticos. Su supervivencia parece probable gracias al programa de producción hidroeléctrica de Costa Rica, uno de los países más avanzados del mundo en neutralidad del carbono.



Fig. 21. El caracol murciélago” de Costa Rica. Fotografía: Zaidett Barrientos Llosa.

Los caracoles no tienen una piel seca que los proteja de la deshidratación, y necesitan mucha agua para producir la sustancia gelatinosa sobre la cual se deslizan. Hacen de todo para conservar la humedad: sus conchas suelen ser de colores claros y por ello se calientan poco; además, evitan el paso del agua; prefieren activarse de noche o cuando la humedad es alta tras las lluvias, y en caso de necesidad, sellan su concha, sea con una tapa calcárea (opérculo) o con una membrana temporal (epifragma). Sus parientes, las babosas, pueden producir un capullo mucoso que cubren con musgo y tierra.

El caracol *Tikoconus costarricanus* tiene una técnica adicional para conservar la valiosa humedad. La bióloga costarricense Zaidett Barrientos lo estudió en la Reserva Forestal Río Macho (mantenida como seguridad acuífera por el Instituto Costarricense de Electricidad) y observó algo que nadie había visto: el caracol estaba colgado como un murciélago (Barrientos, 2020).



Fig. 22. Caracol costarricense colgado de la parte de abajo de una hoja. Fotografía: Zaidett Barrientos Llosa.

Tras años de trabajo, pudo entender lo que ocurría: cuando baja la humedad a cierta hora del día, el caracol comienza a recogerse, metiendo los tentáculos y separando del suelo la parte delantera de su “pie” (en este caso, el “suelo” es la parte inferior de la hoja, a la cual está adherido). Queda así colgando apenas de la parte trasera del pie, y se envuelve en su manto como lo haría una persona con una manta en una noche fría. Así, el caracol entra en un estado de adormecimiento en que solo se nota su respiración, y permanece inmóvil hasta que la humedad regresa, generalmente después de algunas horas (Barrientos, 2020).

Para activarse, sigue la secuencia opuesta, supongo que porque los caracoles no tienden a complicarse sin necesidad: al fin y al cabo, siempre han sido vistos por los humanos como un ejemplo de paciencia y tranquilidad.

Si gustan ver este comportamiento increíble, ¡el artículo incluye varios videos!

Pero acá no acaba el comportamiento interesante de este pequeño animal, descendiente de un grupo que existía 500 millones años antes de que los humanos llegáramos a este hermoso mundo.

Desde el punto de vista de estos caracoles, sus enemigos pueden ser enormes, pequeños como ellos, o invisibles. Casi no sabemos nada de los enemigos de *Tikoconus costarricanus*, pero seguramente incluyen especies grandes como pájaros y lagartijas, que se los comen; pequeños, como las moscas parasitoides y las planarias, que también se los podrían comer; o invisibles como tremátodos, nemátodos y protozoos parásitos, los cuales los podrían enfermar. Queda pendiente estudiar todo esto.

Puedo imaginar lo triste de ver acercarse a un enemigo y no poder escapar con rapidez, dada la lentitud natural de los caracoles; pero no *Tikoconus costarricanus*, ¡esta especie puede desaparecer a una velocidad espectacular!

Según descubrió Barrientos, en caso de peligro, el caracol se contorsiona violentamente, desprendiéndose de la hoja y cayendo en un instante al suelo del bosque, donde queda oculto en algún lugar de la densa hojarasca donde resulta casi imposible encontrarlo (Barrientos, 2020).

Y, ¿por qué dije que también nos recuerda a los gatos?

Porque *Tikoconus costarricanus* se limpia con su lengua, tal y como lo hacen los gatos. Esto seguramente lo protege de hongos y bacterias, igual que a nosotros el baño nos protege de muchos patógenos de la piel (Barrientos, 2020). Tal vez otros caracoles también lo hacen, pero hasta ahora nadie había tenido el esmero de estudiarlo y publicarlo, como lo hizo esta bióloga costarricense. ¿Cuántos secretos sorprendentes más guardará este pequeño molusco tropical?

1.3.2. Lucha de gigantes: los desesperados esfuerzos de Nueva Zelanda por salvar sus caracoles carnívoros

Resumen: Aislados del mundo por 80 millones de años, los caracoles carnívoros gigantes de Nueva Zelanda nunca desarrollaron resistencia a la desecación y carecen de mandíbulas. Algunos se encuentran en peligro de extinción, y medidas desesperadas como rociar veneno sobre sus enemigos no han funcionado.



Fig. 23. Caracol gigante de Nueva Zelanda. New Zealand giant snail. Fuente: [Wikimedia](#).

Los caracoles gigantes de Nueva Zelanda, del género *Powelliphanta*, provienen de un grupo muy antiguo, presente en el supercontinente de Gondwana cuando aparecieron los primeros dinosaurios, pero el hecho de que este género en particular solo esté en Nueva Zelanda sugiere que **su aparición se dio hace menos de 80 millones de años**, cuando esas islas se separaron de tierras adyacentes.

Por razones que se desconocen, estos caracoles no se alimentan de algas o vegetación descompuesta. Siguen un camino muy distinto, **son carnívoros**, pero, al no tener mandíbulas, cosa extraordinaria en un depredador, **tienen que raspar lentamente la carne con sus lenguas dentadas (rádulas)**. Sus víctimas principales son sus parientes las babosas (que no son otra cosa que caracoles sin concha) y las lombrices. Estos caracoles aparentemente se convirtieron en depredadores de forma independiente de otros caracoles carnívoros como *Rumina* y *Euglandina*.

Así como su evolución limita su forma de procesar el alimento, también limita donde pueden vivir, ya que no pueden sellar su concha con una membrana para evitar la desecación; esto los obliga a pasar el día ocultos en el suelo y alimentarse y aparearse de noche.

Su dificultad para sobrevivir en los tiempos actuales lo comparten con muchas otras especies de Nueva Zelanda, y surgen de vivir tan aislados. Básicamente, se trata de los últimos representantes de grupos antiguos y poco competitivos, extintos en el resto del mundo; todos tienen poblaciones pequeñas y aisladas, son de gran tamaño corporal, tienen dietas extrañas, y sus vidas son largas, pero tienen pocos descendientes (Daugherty, Gibbs, & Hitchmough, 1993).

Los enemigos naturales de estos caracoles incluyen a los loros kea (*Nestor notabilis*) y kaka (*Nestor meridionalis*), y la gallineta weka (*Gallirallus australis*), que también están en peligro de extinción y vienen de grupos antiguos, escasos, grandes y de larga vida.



Fig. 24. En mi cuaderno de bocetos, el caracol gigante junto al mapa de Nueva Zelanda y tres de sus enemigos naturales. También es víctima de las ratas y otros animales importados, pero su mayor enemigo podría ser el ser humano, que modifica sus hábitats.

Pero lo más oportuno de ver en el caso de estos caracoles, son los esfuerzos desesperados de los neozelandeses por conservarlos. Nueva Zelanda es un país atípico, aislado del mundo, pocos saben apenas que existe, pero se trata de un país donde enormes recursos se distribuyen entre una población humana de apenas 5 millones. En otras palabras, es un país rico que podría invertir mucho en conservar su naturaleza.

El primer problema para conservar los caracoles gigantes de Nueva Zelanda es que no se sabe quiénes son; es decir, este género podría tener medio centenar de especies, pero la mayoría no están descritas. Por otra parte, tardan entre 5 y 8 años en alcanzar la capacidad reproductiva, y en climas muy fríos, los huevos necesitan hasta año y dos meses para eclosionar.

Para su conservación, se ha intentado criarlos en cautiverio, y eliminar a sus enemigos en la naturaleza.

Criarlos en cautiverio no resulta muy prometedor, ya que cada individuo hermafrodita pone cuando mucho 10 huevos por año (*Powelliphanta augusta*). Requieren mucho espacio para sobrevivir, es difícil que se reproduzcan en cautiverio, y darles calcio para que desarrollen sus conchas más bien los mata (Allan, 2010).

La opción de matar con veneno a las ratas que se los comen tampoco ha sido muy exitosa, pues si leemos cuidadosamente la evidencia que presentó S.J. Bennett, vemos que el beneficio para los caracoles es dudoso (Bennett, 2001). En breve, si los caracoles gigantes de Nueva Zelanda subsistirán, será más probablemente porque se conserven sus hábitats en forma prístina (Meads, Walker, & Elliott, 1984).

1.3.3. Los misteriosos tentáculos cristalinos de los caracoles

Resumen: Hace 200 años un zoólogo estonio describió una extraña lombriz que vivía sobre la piel de los caracoles de agua dulce. Nadie sabía qué hacía allí, y tras 200 años, la respuesta es que tal vez sea una protectora del caracol, que tal vez sea un parásito, o tal vez ambas cosas. Para mí, es importante porque conocí estas lombrices en persona cuando hice mi primer estudio científico hace casi cuatro décadas. Parecían tentáculos de cristal líquido que salían por decenas de la piel del caracol.



Fig. 25. The whitish filaments in this *Stagnicola* sp. snail are worms of the species *Limnaea stagnalis*. Fuente: CC BY [Michal Maña](#).

Desde que se las dedicó a Lineo en 1827, el científico estonio Karl von Baer, fundador de la embriología, sabía que las lombrices *Chaetogaster limnaei* siempre aparecían asociadas a moluscos de agua dulce, fueran pequeñas almejas o caracoles de muy diversas especies. Pero qué hacían allí las lombrices fue un misterio por décadas, y aun en la actualidad, seguimos sin saber con certeza si realmente es una sola especie de lombriz con dos personalidades, o varias especies por el momento indistinguibles salvo por su comportamiento.

Yo las conocí a inicios de la década de 1980, cuando, siendo estudiante de biología en la Universidad de Costa Rica, vi una especie de tentáculos cristalinos en los caracoles de charca que tenía sobre mi escritorio y que había recogido en una charca de San Pedro de Pavas (Costa Rica). Me fascinaron, pero no sabía que eran, y el Dr. Pedro Morera me ayudó a preparar unas de estas lombricitas y enviarlas a identificar por un experto en Brasil, cuyo nombre ya no recuerdo.

Hasta donde sé, el primero en decir que había algo raro con estas lombrices fue E. Michelson, quien en 1964 notó que además de proteger a los caracoles del parásito *Schistosoma*

mansoni, algunas de estas lombrices aparecían dentro del riñón del caracol, donde difícilmente estarían haciendo algo bueno; pero no sabía por qué (Michelson, 1964).



Fig. 26. Retrato de Karl Reinhold Ernst von Baer, 1792-1876, quien describió la lombriz *Chaetogaster limnaei* durante el reinado de Carlos X.

Al año siguiente, el zoólogo galés L. Gruffydd resolvió la primera parte del problema: la lombriz parecía tener dos subespecies, una, *Chaetogaster limnaei limnaei*, vivía sobre la piel del caracol y le beneficiaba al comerse los tremátodos parásitos que se acercaban para atacarlo. La otra, *Chaetogaster limnaei vaghini*, penetraba en el riñón del caracol y lo parasitaba. Agregaba que, cuando el caracol moría, las lombrices buscaban nuevos hogares y aprovechaban esos tiempos difíciles para aparearse. Sin embargo, sin el cobijo del caracol, muchas morían (Gruffydd, 1965).

Pasaron 25 años y un equipo de investigadores se dio cuenta de que el asunto era más complejo. Sí, las lombrices que se quedan en la superficie del caracol se comen todo lo que se acerque y les quepa en la boca, protegiendo al caracol de los tremátodos parásitos, pero si demasiadas lombrices ocupan un caracol, se vuelven una carga, y el resultado es que los caracoles recargados ponen menos huevos (Stoll, Früh, Westerwald, Hormel, & Haase, 1991).

Ese mismo año, estudiando las *Chaetogaster* del caracol *Helisoma anceps*, se descubrió que las lombrices escasean en los caracoles cuando el clima es muy frío, y que prefieren los caracoles infectados por el tremátodo *Halipegus occidualis*, que para las lombrices es un alimento poco móvil y fácil de capturar (Fernandez, Goater, & Esch, 1991).

Pero lo más interesante es que nada se puede generalizar sobre estas lombrices: los datos son contradictorios de un estudio a otro. Protegen al caracol *Biomphalaria glabrata* del temido parásito *Schistosoma mansoni*, pero irónicamente, ¡los caracoles con el parásito crecen mejor y ponen más huevos! En ese caso, el concepto del tremátodo como parásito queda en duda porque un parásito debe hacer un daño neto a su hospedero (Rodgers, Sandland, Joyce, & Minchella, 2005).

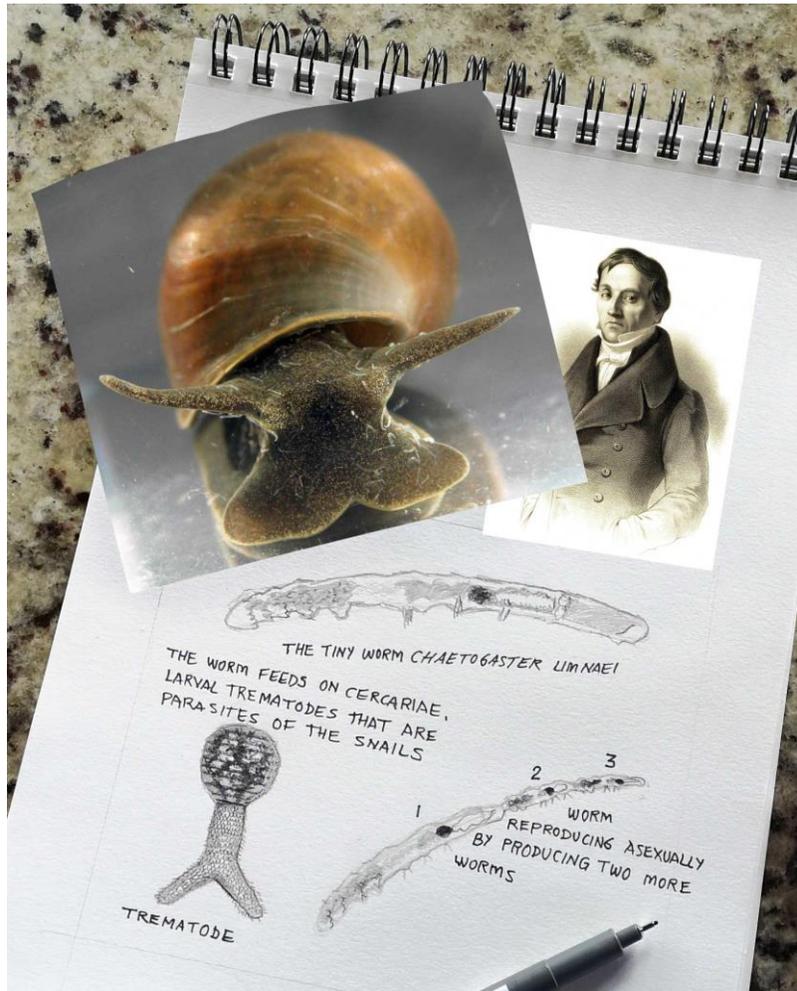


Fig. 27. Algunas notas sobre la lombriz *Chaetogaster limnaei* en mi cuaderno de bocetos. Gran cantidad de lombrices, parecidas a filamentos cristalinos, cubren la piel del caracol de la fotografía, tomada por Michal Mañas.

Las lombrices prefieren a los caracoles de ciertas especies; dentro de una especie prefieren los individuos más grandes y espaciosos; y aun si son grandes, los evitan si carecen de parásitos,

porque solo los caracoles parasitados liberan las larvas que sirven de alimento a la lombriz (McCaffrey, 2014).

Por años me he preguntado si estas dos “subespecies” son en realidad dos especies totalmente diferenciadas: la *vaghini*, interna y claramente parásita; y la *limnaei*, que vive fuera y ofrece diversos grados de beneficio al caracol, dependiendo del ambiente y la especie de caracol en que esté. Un estudio del 2015 dice que no, que son un caso rarísimo de “plasticidad intraespecífica” en que la misma especie puede actuar como parásita o como protectora, y que proviene de una antigua lombriz que era parásito externo de los moluscos (Smythe, Forgrave, Patti, Hochberg, & Litvaitis, 2015).

Puede ser, pero yo, seguiré dudando hasta que exista mejor evidencia sobre la complejísima relación entre estas lombrices y sus caracoles, la cual nos recuerda que, en la naturaleza, rara vez la respuesta es tan simple como parece.

1.3.4. Los caracoles que murieron inseparablemente asociados con los dinosaurios

Resumen: Hace 75 millones de años, manadas de miles de dinosaurios herbívoros (*Maiasaura peeblesorum*) cruzaban las planicies de Montana en los EEUU. Lo único parecido que podemos ver hoy día son las manadas de ñus (*Connochaetes* spp.) en África.



Fig. 28. Reconstrucción de nidos y crías de *Maiasaura*; Se cree que *Maiasaura* (la "buena madre dinosaurio") es el dinosaurio que produjo el estiércol en el que se conservaron muchos caracoles.

Fuente: [Keratops Yuta](#).

Así como las manadas de ñus viajan acompañadas de muchas otras especies; como cebras, gacelas, guepardos y leones; los maisauros viajaban acompañados de animales espectaculares como aves, anquilosauros, braquiceratops, bambiraptors y gorgosauros. Pero también estaban con ellos miles de especies de invertebrados, incluyendo caracoles terrestres y de agua dulce.



Fig. 29. Las manadas de dinosaurios herbívoros debieron verse como estas grandes manadas de ñus africanos. Fuente: [Bjørn Christian Tørrissen](#).

Por razones que se desconocen, muchos caracoles murieron cuando se alimentaban en el excremento de los dinosaurios herbívoros, y gracias a que se fosilizaron (Chin, Hartman, & Roth, 2009). Hoy podemos reconstruir esa relación que dejó de existir hace decenas de millones de años. De hecho, así como se fueron los dinosaurios, algunos de estos caracoles también están extintos en la actualidad, y los que aún viven, son escasos y generalmente solo se encuentran en rincones oscuros de los bosques.

En las heces de dinosaurio fosilizadas (coprolitos) se han encontrado tres especies de caracol dulceacuícola (Chin, Hartman, & Roth, 2009). Los *Lioplacodes* eran cónicos, de ellos casi solo se sabe que existieron, y están extintos en la actualidad. Lo mismo se puede decir de los *Viviparus*. Y tenemos un único fósil de un caracol minúsculo, posiblemente casi un bebé, del género *Physa*, grupo que hoy es común y conocido como caracol de charca. Si era como sus parientes actuales, tenía un comportamiento interesante, era afectado por parásitos tremátodos y sobrevivía a la sequía cíclica de su hábitat.

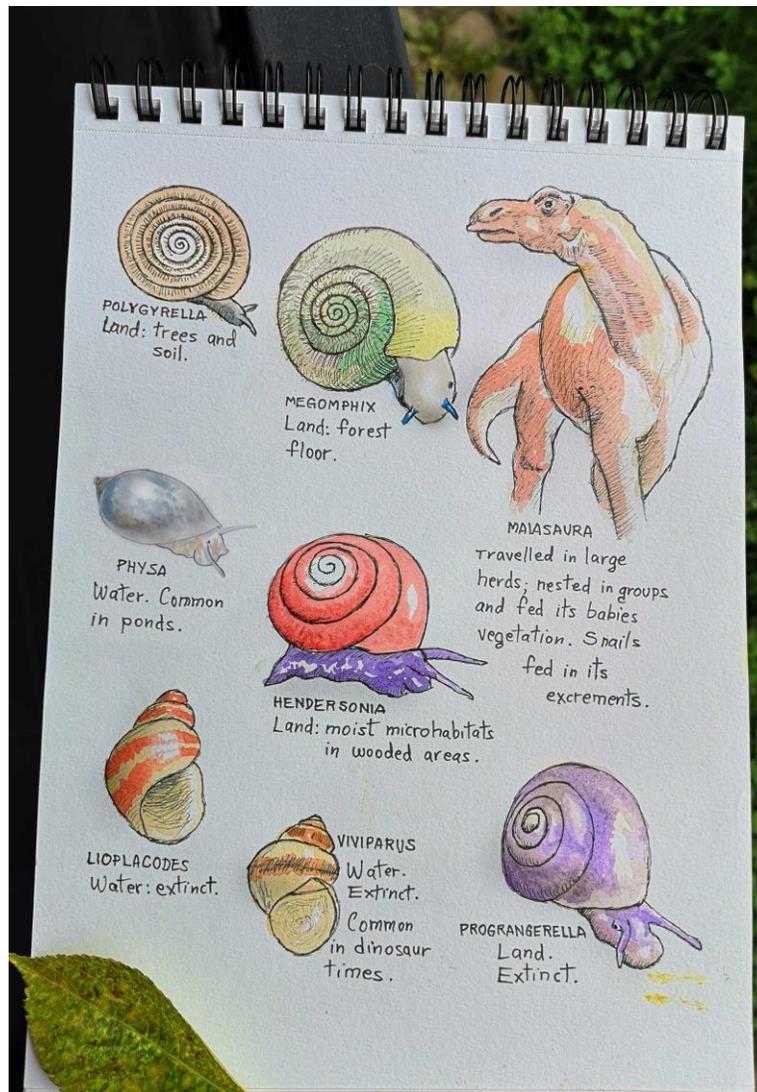


Fig. 30. En mi cuaderno de bocetos: siete especies de caracoles hallados dentro de heces fosilizadas de dinosaurio. Los colores y cuerpos están basados en parientes actuales, pero no se conocen con certeza; y se trata de bocetos rápidos a mano alzada, no de ilustraciones científicas.

Estos caracoles perecieron alimentándose en heces de dinosaurio que había quedado bajo el agua de algún riachuelo, río o planicie inundada. Pero las heces también caían en tierra, y allí también se preservaron, nadie sabe cómo, con todo y caracoles. Conocemos especies de cuatro géneros (Chin, Hartman, & Roth, 2009). El más común era *Megomphix*, del tamaño de una uña humana, cuyos descendientes todavía se encuentran, aunque escasos, en los bosques de Oregón y Washington. No sabemos qué comen, ni cómo se reproducen, ni cómo son su comportamiento y ecología. Es irónico que sepamos más de sus antepasados hoy extintos, que comían en las heces de dinosaurios, y ciertamente son un animal que merece ser estudiado a fondo y de manera urgente para comprender mejor como pudo ser la vida de su antepasado. Lo mismo puede decirse de sus compañeros, *Polygyrella* y *Hendersonia*. El cuarto género, *Prograngerella*, pertenece a una familia totalmente extinta y casi nada sabemos de él.

Sorprendentemente, estos dinosaurios no solo comían follaje vivo, sino también ramas caídas y medio descompuestas, que les aportaban microorganismos e invertebrados para complementar su dieta (Chin, 2007). Entre esos invertebrados de las heces de dinosaurio, que faltó poner en la famosa escena del *Triceratops* enfermo de la película *Parque Jurásico*, había crustáceos (Chin, Feldmann, & Tashman, 2017), coleópteros (Chin, Hartman, & Roth, 2009) y cucarachas (Vršanský et al., 2013); pero, para mí, los más fascinantes son por supuesto los caracoles, que vieron llegar e irse a los dinosaurios, y seguramente harán lo mismo con nosotros los humanos.

1.3.4. Los bisontes y sus inesperados efectos sobre los caracoles acuáticos del Viejo Oeste

Resumen: Gracias a que unos pocos sobrevivieron a la gran matanza del siglo 19, hoy podemos ver manadas de bisontes cruzar majestuosamente unos pocos arroyos de América del Norte. El ecólogo Dwayne W. Meadows se preguntó qué efecto puede tener el pisoteo de miles de cascos sobre los caracoles y otros pequeños animales que viven en esos arroyos. Y no solo se lo preguntó, sino que se fue a averiguarlo a una isla del Gran Lago Salado, en Utah.



Fig. 31. Bisontes en el Salvaje Oeste. Fuente: [Wikimedia](#).

La Isla del Antílope, en el Gran Lago Salado de Utah, es una reserva natural con toda la fauna que asociamos con el viejo oeste, como coyotes, tejones, puercoespines y bisontes (Meadows, 2001). Pero también hay habitantes que, aunque tienen gran importancia ecológica, no aparecen en las películas de vaqueros, como los caracoles de los riachuelos, ríos y pantanos que, como parte del ciclo de parásitos del ganado, jugaron un papel poco mencionado en la historia del viejo oeste.

Para comprender el efecto de los bisontes sobre los caracoles y otros organismos de agua dulce, el ecólogo Dwayne W. Meadows comparó partes de los arroyos por donde pasan bisontes, con otras más tranquilas. Encontró que, aunque en general ambas partes tienen las mismas especies de invertebrados, si se mira con atención hay diferencias importantes. Las pezuñas de los bisontes muelen la arena y las piedrecillas, matan plantas y animales acuáticos, y aumentan la cantidad de sedimento disuelto en el agua. Unas especies sufren, pero otras se benefician de estos cambios en el microhábitat.

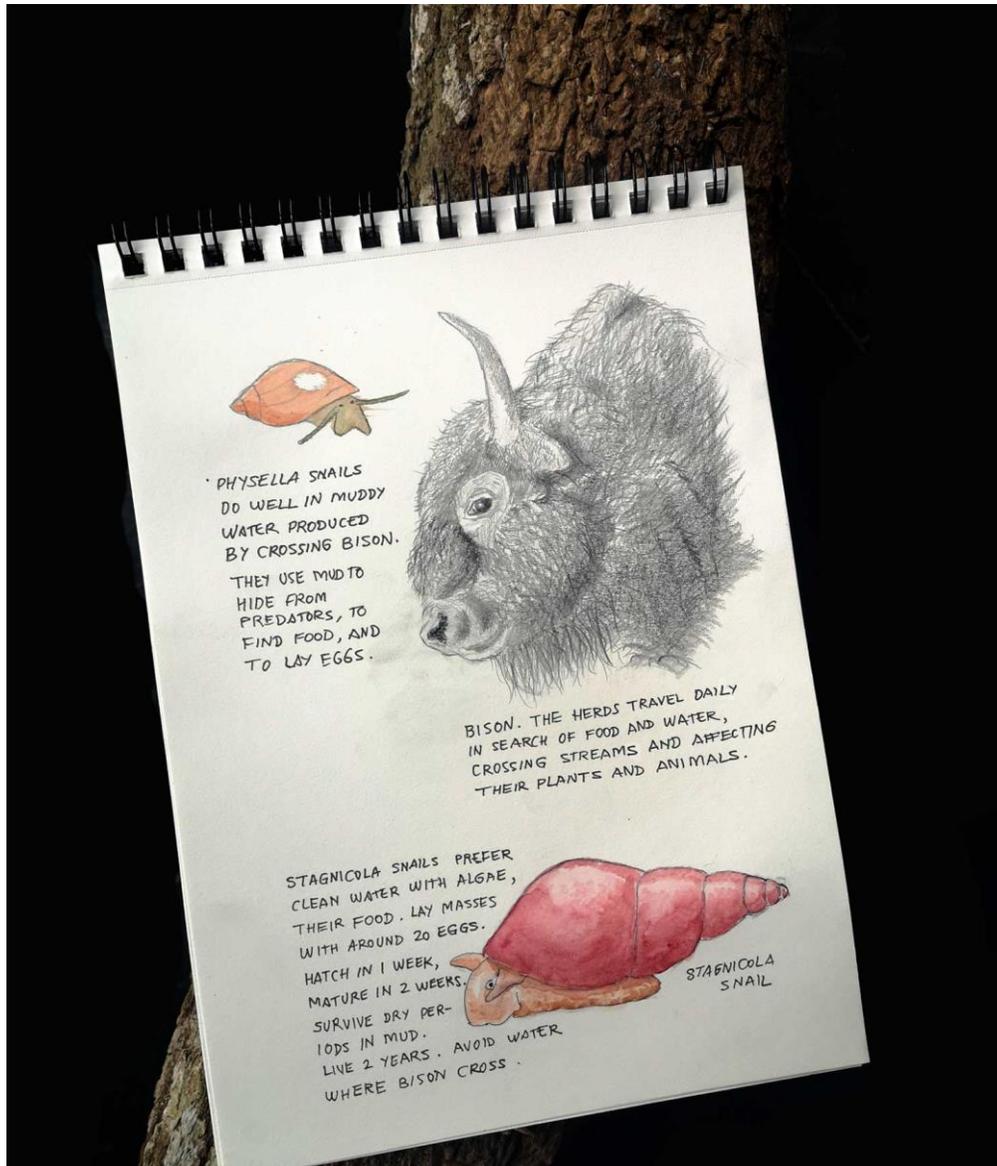


Fig. 32. En mi libro de bocetos: las tres especies de esta historia.

Un ejemplo de las especies que se benefician del paso de los bisontes son los caracoles del género *Physella* o *Physa* (tal vez *Physella gyrina*, común en la zona, aunque el Dr. Meadows no identificó la especie): este caracol vive mejor en aguas algo lodosas, que son más ricas en las algas y desechos que le sirven de alimento.

Por otra parte, los caracoles del género *Stagnicola* (tal vez *Stagnicola montanensis*, propio de la región) escasean donde cruzan los bisontes; son más comunes en las partes tranquilas de los arroyos, donde la arena es gruesa, el agua limpia y la vegetación acuática más densa, características que, gracias al trabajo de otro malacólogo estadounidense, Dwight W. Taylor, se sabe que los favorecen (Taylor et al., 1963).

Para mí fue muy agradable, al preparar este artículo, hallar que el Dr. Taylor, a quien conocíamos en Costa Rica como “don Guillermo” (Barrientos & Springer, 2007), hubiera hecho este estudio justo cuando yo era un niño que apenas comenzaba a hablar. ¿Quién hubiera imaginado que décadas después nos conoceríamos, y yo ayudaría a editar su magnífica monografía sobre los caracoles físicos del mundo? (Taylor, 2003).

REFERENCIAS

- Alexandrowicz, S. W. (2012). Malacofauna of the Forum Romanum and adjacent ancient Roman monuments. *Folia Malacologica*, 20(4), 289-293.
- Alexandrowicz, W. P. (2013). The malacofauna of the castle ruins in Melsztyn near Tarnow (Roznow Foothills, Southern Poland). *Folia Malacologica*, 21(1), 9-18.
- Allan, T. E. (2010). *Husbandry of the Carnivorous Land Snail, Powelliphanta augusta (Gastropoda: Pulmonata: Rhytididae)* (Thesis). Victoria University, Wellington, New Zealand.
- Altaba, C. R. (2015). Once a land of big wild rivers: specialism is context-dependent for riparian snails (Pulmonata: Valloniidae) in central Europe. *Biological Journal of the Linnean Society*, 115(4), 826-841.
- Baker, G. H. (2008). The population dynamics of the mediterranean snails *Ceruella virgata*, *Cochlicella acuta* (Hygromiidae) and *Theba pisana* (Helicidae) in pasture–cereal rotations in South Australia: a 20-year study. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48(12), 1514-1522.
- Barrientos, Z. (2020). A new aestivation strategy for land molluscs: hanging upside down like bats. *UNED Research Journal*, 12(1), e2802-e2802.
- Barrientos, Z., & Springer, M. (2007). Dwight Willard Taylor, "Don Guillermo". *Revista de Biología Tropical*, 55(1), ix-xii.
- Bennett, S. J. (2001). The effects of introduced predators and the invasive weed *Tradescantia fluminensis* (Vell.) (Commelinaceae) on the land snail *Powelliphanta traversi traversi* (Powell) (Gastropoda: Pulmonata: Rhytididae) (Thesis). Massey University, New Zealand.
- Boag, D. A. (1986). Dispersal in pond snails: potential role of waterfowl. *Canadian Journal of Zoology*, 64(4), 904-909. DOI: 10.1139/z86-136
- Bremekamp, N. N. (1950). *Aplexa Hynorum* (L.) van de Rijnuiterswaarden. *Correspondentieblad NMV*, 37(1), 313-314.
- Brown, K. M. (1982). Resource overlap and competition in pond snails: an experimental analysis. *Ecology*, 63(2), 412-422.
- Broza, M., & Nevo, E. (1996). Differentiation of the snail community on the North- and South-facing slopes of lower Nahal Oren (Mount Carmel, Israel). *Israel Journal of Ecology and Evolution*, 42(4), 411-424.
- Butcher, A. R., & Grove, D. I. (2001). Description of the life-cycle stages of *Brachylaima cribbi* n. sp. (Digenea: Brachylaimidae) derived from eggs recovered from human faeces in Australia. *Systematic Parasitology*, 49(3), 211-221.

- Chin, K. (2007). The paleobiological implications of herbivorous dinosaur coprolites from the Upper Cretaceous Two Medicine Formation of Montana: why eat wood? *Palaios*, 22(5), 554-566.
- Chin, K., Feldmann, R. M., & Tashman, J. N. (2017). Consumption of crustaceans by megaherbivorous dinosaurs: dietary flexibility and dinosaur life history strategies. *Scientific Reports*, 7(1), 1-11.
- Chin, K., Hartman, J. H., & Roth, B. (2009). Opportunistic exploitation of dinosaur dung: fossil snails in coprolites from the Upper Cretaceous Two Medicine Formation of Montana. *Lethaia*, 42(2), 185-198.
- Darwin, C. (1859). *On the origin of species by means of natural selection*. London, England: John Murray.
- Daugherty, C. H., Gibbs, G. W., & Hitchmough, R. A. (1993). Mega-island or micro-continent? New Zealand and its fauna. *Trends in Ecology & Evolution*, 8(12), 437-442.
- Den Hartog, C. (1963). The distribution of the snail *Aplexa hypnorum* in Zuid-Beveland in relation to soil and salinity. *Basteria*, 27(1/2), 8-17.
- Den Hartog, C., & De Wolf, L. (1962). The life cycle of the water snail *Aplexa hypnorum*. *Basteria*, 26(5/6), 61-72.
- Fehér, Z., Németh, L., Nicoară, A., & Szekeres, M. (2013). Molecular phylogeny of the land snail genus *Alopi* (Gastropoda: Clausiliidae) reveals multiple inversions of chirality. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 167(2), 259-272.
- Fernandez, J., Goater, T. M., & Esch, G. W. (1991). Population dynamics of *Chaetogaster limnaei limnaei* (Oligochaeta) as affected by a trematode parasite in *Helisoma anceps* (Gastropoda). *The American Midland Naturalist*, 125(2), 195-205.
- Foote, B. A., Neff, S. E., & Berg, C. O. (1960). Biology and immature stages of *Atrichomelina pubera* (Diptera: Sciomyzidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 53(2), 192-199.
- Fritsche, T. R. (1987). Studies on the Coccidian Parasites (Apicomplexa: Eimeriidae and Pfeifferinellidae) of Pulmonate Gastropods 1. *The Journal of Protozoology*, 34(1), 75-78.
- Gheoca, V. (2016). Land snail communities of Cheile Vârghişului Nature Reserve (the Perşani Mountains, Romania). *Studia Universitatis Babeş-Bolyai Biologia*, 61(2), 167-176.
- Gittenberger E. (1973). Beitrage zur Kenntniss der Pupillacea. III. Chondrininae. *Leiden*, 127, 1-266.
- Gold, A. (1975). A study on the ecology of *Aplexa hypnorum*. Internal report, Biological Station, University of Michigan. Retrieved from <https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/52902?show=full>
- Gruffydd, Ll. D. (1965). The Population Biology of *Chaetogaster limnaei limnaei* and *Chaetogaster limnaei vaghini* (Oligochaeta) *Journal of Animal Ecology*, 34(3), 667-690

- Hall, K. T., & Hadfield, M. G. (2009). Application of harmonic radar technology to monitor tree snail dispersal. *Invertebrate Biology*, 128(1), 9-15.
- Heller, J. (1975). The taxonomy, distribution and faunal succession of *Buliminus* (Pulmonata: Enidae) in Israel. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 57(1), 1-57.
- Hogan, C. M. (2007). *Volubilis*, *The Megalithic Portal*. Retrieved from <https://www.megalithic.co.uk/article.php?sid=14906>
- Juříčková, L. (2005). Molluscs (Mollusca) of castles as an ecological phenomenon (Czech Republic). *Historie*, 102,100-148.
- Kerney, M. P., Cameron, R. A. D., & Jungbluth, J. H. (1983). *Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas*. Hamburg & Berlin: Paul Parey.
- Kirchner, C. H., Krätzner, R., & Welter-Schultes, F. W. (1997). Flying snails—how far can *Truncatellina* (Pulmonata: Vertiginidae) be blown over the sea? *Journal of Molluscan Studies*, 63(4), 479-487.
- Kirchner, C. H., Krätzner, R., & Welter-Schultes, F. W. (1997). Flying snails—how far can *Truncatellina* (Pulmonata: Vertiginidae) be blown over the sea? *Journal of Molluscan Studies*, 63(4), 479-487.
- Kolenda, K., Najbar, A., Kusmierek, N., & Maltz, T. K. (2017). A possible phoretic relationship between snails and amphibians. *Folia Malacologica*, 25(4), 281-285.
- Maciorowski, G., Urbanska, M., & Gierszal, H. (2012). An example of passive dispersal of land snails by birds-short note. *Folia Malacologica*, 20(2), 139-141.
- McCaffrey, K. (2014). *Patterns of multi-symbiont community interactions in California freshwater snails* (Ph. D. Thesis). University of Colorado, Boulder, CO, USA.
- Meadows, D. W. (2001). Effects of Bison trampling on stream macroinvertebrate community structure on Antelope Island, Utah. *Journal of Freshwater Ecology*, 16(1), 83-92.
- Meads, M. J., Walker, K. J., & Elliott, G. P. (1984). Status, conservation, and management of the land snails of the genus *Powelliphanta* (Mollusca: Pulmonata). *New Zealand Journal of Zoology*, 11(3), 277-306.
- Michelson, E. H. (1964). The protective action of *Chaetogaster limnaei* on snails exposed to *Schistosoma mansoni*. *The Journal of Parasitology*, 50(3), 441-444.
- Nerudova-Horsakova, J., Murphy, W. L., & Vala, J. C. (2016). Biology and immature stages of *Pherbellia limbata* (Diptera: Sciomyzidae), a parasitoid of the terrestrial snail *Granaria frumentum*. *Zootaxa*, 4117(1), 048-062.
- Nevo, E., Bar-El, C., Beiles, A., & Yom-Tov, Y. (1982). Adaptive microgeographic differentiation of allozyme polymorphism in landsnails. *Genetica*, 59, 61-67.

- Olivier, G. A. (1804). *Voyage dans l'Empire Othoman, l'Égypte et la Perse, fait par ordre du gouvernement, pendant les six premières années de la République*. Paris, Francia: Agasse.
- Ozgo, M., Örstan, A., Kirschenstein, M., & Cameron, R. (2016). Dispersal of land snails by sea storms. *Journal of Molluscan Studies*, 82(2), 341–343.
- Páll-Gergely, B., Kyrö, K., Lehvävirta, S., & Vilisics, F. (2014). Green roofs provide habitat for the rare snail (Mollusca, Gastropoda) species *Pseudotrachia rubiginosa* and *Succinella oblonga* in Finland. *Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica*, 90, 13-15.
- Rees, W. J. (1965). The aerial dispersal of mollusca. *Journal of Molluscan Studies*, 36(5), 269-282.
- Rees, W. J. (1965). The aerial dispersal of Mollusca. *Proceedings of the Malacological Society of London*, 36(5), 269-282.
- Rodgers, J. K., Sandland, G. J., Joyce, S. R., & Minchella, D. J. (2005). Multi-species interactions among a commensal (*Chaetogaster limnaei limnaei*), a parasite (*Schistosoma mansoni*), and an aquatic snail host (*Biomphalaria glabrata*). *Journal of Parasitology*, 91(3), 709-712.
- Rogerson, B. (2010). *Marrakesh, Fez and Rabat*. London: Cadogan Guides
- Roller, D. W. (2003). *The World of Juba II and Kleopatra Selene*. Reino Unido: Routledge.
- Shikov, E. V., & Vinogradov, A. A. (2013). Dispersal of terrestrial gastropods by birds during the nesting period. *Folia Malacologica*, 21(2), 105-110.
- Smythe, A. B., Forgrave, K., Patti, A., Hochberg, R., & Litvaitis, M. K. (2015). Untangling the ecology, taxonomy, and evolution of *Chaetogaster limnaei* (Oligochaeta: Naididae) species complex. *Journal of Parasitology*, 101(3), 320-326.
- Sólymos, P., & Sümegei, P. (1997). The shell morpho-thermometer method and its application in palaeoclimatic reconstruction. *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eotvos Nominatae, Sectio Geologica*, 32, 137-148.
- Stoker, B. (1897). *Dracula*. New York, USA: Grosset and Dunlap.
- Stoll, S., Früh, D., Westerwald, B., Hormel, N., & Haase, P. (1991). Density-dependent relationship between *Chaetogaster limnaei limnaei* (Oligochaeta) and the freshwater snail *Physa acuta* (Pulmonata). *The American Midland Naturalist*, 125(2), 192-205.
- Sudhaus, W. (2018). Dispersion of nematodes (Rhabditida) in the guts of slugs and snails. *Soil Organisms*, 90(3), 101-114.
- Szybiak, K., & Leśniewska, M. (2008) Variability in the sculpture of the shell aperture of *Ruthenica filograna* (Rossmässler, 1836) (Gastropoda: Clausiliidae) in specimens from natural populations and from laboratory breeding. *Journal of Molluscan Studies*, 74 (2), 183-189.

- Szybiak, K., Błoszyk, J., Koralewska-Batura, E., & Gołdyn, B. (2009). Variation in spatial structure and abundance of clausiliids (Mollusca: Clausiliidae) in the nature reserve Debno nad Wartą (W Poland) during wintering. *J. Conch*, 39(6), 611-620.
- Szybiak, K., Gabała, E., & Leśniewska, M. (2015). Reproduction and shell growth in two clausiliids with different reproductive strategies. *Biologia*, 70(5), 625-631.
- Taylor, D. W. (2003). Introduction to Physidae (Gastropoda: Hygrophila); biogeography, classification, morphology. *Revista de Biología Tropical*, 1-287.
- Taylor, D. W., et al. (1963). Freshwater snails of the subgenus *Hinkleyia* (Lymnaeidae: *Stagnicola*) from the western United States. *Malacologia*, 1(2), 237-281.
- Van Leeuwen, C. H., Huig, N., Van der Velde, G., Van Alen, T. A., Wagemaker, C. A., Sherman, C. D., ... & Figuerola, J. (2013). How did this snail get here? Several dispersal vectors inferred for an aquatic invasive species. *Freshwater Biology*, 58(1), 88-99.
- Vršanský, P., van de Kamp, T., Azar, D., Prokin, A., Vidlička, L. U., & Vagovič, P. (2013). Cockroaches probably cleaned up after dinosaurs. *PloS One*, 8(12), e80560.
- Wirth, W. W. (1971). *Platygympopa*, a new genus of Ephydriidae reared from decaying snails in North America (Diptera). *The Canadian Entomologist*, 103(2), 266-270.
- Worthington, W. J., Elkin, C., Wilcox, C., Murray, L., Niejalke, D., & Possingham, H. (2008). The influence of multiple dispersal mechanisms and landscape structure on population clustering and connectivity in fragmented artesian spring snail populations. *Molecular Ecology*, 17(16), 3733-3751. DOI: 10.1111/j.1365-294X.2008.03861.x
- Yanai, Z., Dayan, T., Mienis, H. K., & Gasith, A. (2017). The pet and horticultural trades as introduction and dispersal agents of non-indigenous freshwater molluscs. *Management of Biological Invasions*, 8(4), 523-532.

CAPÍTULO 2. HISTORIAS SOBRE OTROS ANIMALES: DESDE EL PRIMER INSECTO HASTA LOS SECRETOS DE LOS DINOSAURIOS

2.1. INSECTOS

2.1.1. El primer insecto del mundo

Resumen: Si pudiéramos visitar la tierra hace más de 400 millones de años, para ver el primer insecto, antecesor de todos los millones de especies de insectos que viven hoy día, ¿cómo sería? ¿Cómo se comportaba ese primer insecto? ¿Qué comía y cuáles eran sus enemigos? Por increíble que parezca, podemos responder todo esto y más aún: el análisis de ADN indica que hoy día existe un animal que se parece profundamente a ese primer insecto, ¡y usted puede verlo con sus propios ojos!



Fig. 33. Micropaisaje devónico: la tierra hace 400 millones de años. Pintura: [Deposits Online](#).

A inicios del periodo Devónico, cuando los ecosistemas terrestres aun eran jóvenes y muy diferentes de los actuales, y los continentes eran irreconocibles, la hembra de un animal diminuto sufrió una mutación heredable que la convirtió en la antecesora de todos los insectos que, en millones de especies y billones de individuos, pueblan actualmente el Planeta Tierra.

Desde que yo era estudiante me fascinó el misterioso origen de estos animales: ¿cómo serían esos primeros insectos? ¿podían volar? Leí todo lo que cayó en mis manos, especialmente un artículo muy lindo de la Dra. Jarmila Kukalova-Peck (Kukalova-Peck, 1978) le escribí pidiendo más información y ella me trató con la mayor amabilidad, a pesar de ser yo solo un estudiante; hasta construí un modelo del “insecto ancestral” usando trocitos de madera y cartulina.

Pasaron los años, me dediqué a otras cosas, y ahora, no recuerdo porqué, me pregunté nuevamente qué había pasado en estas tres décadas y media. ¿Cuánto se había avanzado desde la época en que no analizábamos el ADN y solo se podía mirar los pocos fósiles disponibles y proponer ideas ingeniosas?

Afortunadamente, Michael S. Engel revisó hace unos años el tema y me facilitó el trabajo (Engel, 2015). Los estudios con ADN coinciden con las conclusiones que han hecho científicos anteriores usando únicamente la anatomía de los animales.

Los primeros insectos fueron animalillos minúsculos, de unos pocos milímetros de largo, que vivían en el suelo, seguramente en grietas del suelo y bajo la vegetación descompuesta, de la cual se alimentaban, junto con hongos, esporas y, tal vez, bacterias y protozoos.

En la cabeza tenían mandíbulas externas, ojos y algún tipo de sensor (antecesor de las complejas antenas actuales); un tórax con tres pares de patas; y un abdomen con algún tipo de estructuras en el extremo (sensoriales o para el apareamiento).

La vida de los primeros insectos iniciaba con el macho demostrando de alguna manera su fuerza a la hembra, en una especie de baile, y si ella lo aceptaba, él depositaba en el suelo una gota o bolsilla con sus espermatozoos, que ella recogía para fecundar sus huevos. No existía la metamorfosis de los insectos modernos, en lugar de eclosionar una larva, lo que salía del huevo era una versión diminuta del adulto, que en cada muda crecía. Tampoco podían volar: los primeros insectos no tenían alas.

Sus enemigos debieron incluir parásitos como virus, bacterias, protozoos, hongos y nemátodos, que hasta la fecha siguen parasitando a los insectos. Sus depredadores probablemente eran arañas y escorpiones.

Hace 400 millones de años ya se había dado una mutación espectacular: a partir de unos alargamientos laterales que tal vez permitían al insecto calentarse o planear, surgieron las alas móviles, usando seguramente los mismos genes que se encargan de mover las patas de los insectos. Esto, claro, debió ser así, pero todavía no tenemos evidencia de cómo ocurrió.

Los siguientes grandes avances fueron: poder plegar las alas para guardarlas; la aparición de larvas que no competían con los adultos por los mismos alimentos; y en la época de los dinosaurios, la formación de sociedades como las de hormigas, termitas y abejas; así como una fructífera relación con las flores que perdura hasta la actualidad (polinización).

Ya sabemos cómo eran los primeros insectos, ahora veamos quienes son sus parientes más cercanos hoy día, y porqué digo no solamente que se parecen, sino que podemos verlos con nuestros propios ojos.

Esto es lo más parecido a un insecto ancestral, el zigentoma o pececillo de plata:



Fig. 34. Pececillo de plata, Zygentoma, Fotografía: [Fritz Geller-Grimm](#).

Si usted está pensando que no se parece a una mariposa, mosca o lo que sea que le viene a la mente cuando piensa en un insecto, tiene razón. Pero si lo comparamos con la ninfa de un insecto primitivo, el efemeróptero, el parecido es sorprendente:

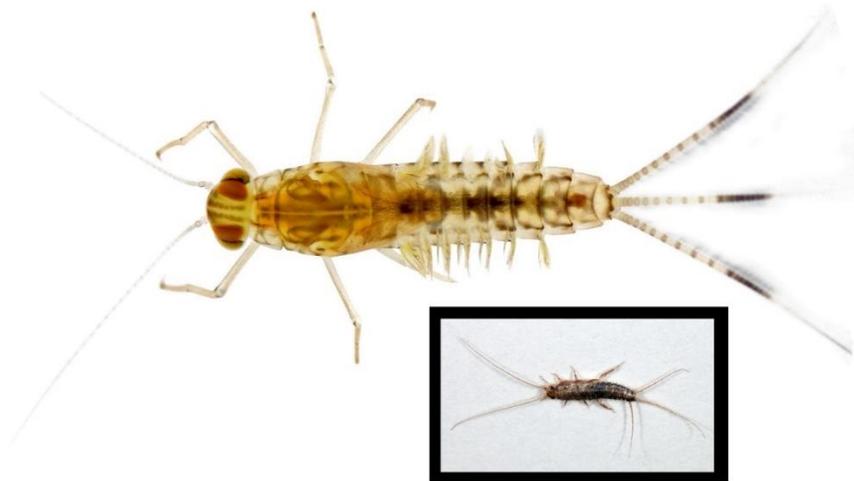


Fig. 35. Ninfa de efemeróptero, un insecto primitivo cuyo adulto vive pocos días.
Fotografía: [Amada44](#).

Podemos ver los pececillos de plata con nuestros propios ojos porque se encuentran en muchas casas, donde comen todo producto almidonado que encuentren, así como papel y cartón, por lo que son particularmente temidos en las bibliotecas. A diferencia de los insectos, que exploraron evolutivamente todo tipo de cuerpos y vidas, el pececillo de plata es el pariente conservador, que vive hoy casi como vivían sus antecesores hace 400 millones de años, abriéndonos una ventana maravillosa al Devónico, cuna de la vida terrestre.

2.1.2. ¿Cómo se resolvió en Costa Rica el misterio de las mariposas tronadoras cuyos sonidos Charles Darwin nunca pudo desentrañar? 100 años de la bioacústica en América Central

Resumen: La bioacústica es el estudio de los sonidos asociados a los organismos, por lo que incluye por ejemplo el canto de un ave, pero también el efecto del ruido sobre el ave. El primer investigador del que sabemos que escribió sobre este tema fue el filósofo griego Aristóteles. Desde entonces, se han acumulado miles de estudios, y aun así hay campos apenas en pañales, como la bioacústica de las plantas. Sorprendentemente, en América Central la bioacústica no es nueva, pues tiene ya un siglo de edad en Panamá, y cuatro décadas de existir como ciencia en Costa Rica.



Fig. 36. Mariposa tronadora. Fuente: [Wikimedia](#).

Aristóteles (siglo IV AC) fue el primer naturalista del que tenemos noticia que describió los sonidos de algunos animales, usando para ello la única tecnología disponible en su época, las palabras onomatopéyicas, y pasaron muchos siglos hasta que en 1650 Athanasius Kircher usó por primera vez la notación musical para registrarlos (Bevis, 2019).

El estudio formal de la bioacústica moderna inició en 1889 con el uso de los cilindros de grabación de Edison para registrar y estudiar los cantos de las aves, lo cual debemos al alemán Ludwig Koch (Bevis, 2019).

Con la invención en la década de 1960 de las grabadoras transistorizadas, la bioacústica pudo salir de los laboratorios y llegar al campo, creciendo grandemente hasta llegar al momento actual, cuando se centra en poderosas tecnologías digitales y el tema de moda, el análisis de cómo afecta la actividad humana los sonidos en los organismos.

Los primeros estudios bioacústicos de América Central fueron hechos por científicos estadounidenses del Smithsonian en la década de 1920 en Panamá, y se basaron en registros del ciclo sonoro del bosque a lo largo de 24 horas (Allee, 1949). A estos le siguieron estudios sobre sonidos de invertebrados y vertebrados de otros países centroamericanos, por ejemplo, aves de Belice (Willis, 1960) y moscas salvadoreñas (Ikeda et al., 1980).

En Costa Rica, hay estudios al menos desde la década de 1960, incluyendo abejas que generan ruido al extraer polen (Michener, 1962); abejones que usan el sonido para agresión, defensa y cortejo (Schuster & Schuster, 1971); mariposas nocturnas que lo usan como advertencia (Watson, 1975) y los “cantos” de las lechuzas (Slud, 1979).

Todos los estudios hasta acá mencionados tienen en común que fueron hechos por científicos extranjeros, y fue hasta la década de 1980 que se montó un programa colaborativo de bioacústica entre las escuelas de Física, Biología y Microbiología de la UCR. Ese proyecto se desarrolló en Costa Rica y Panamá: nació así la bioacústica centroamericana.

El objetivo central de ese proyecto, financiado por la Universidad de Costa Rica y el Smithsonian Tropical Research Institute mediante una beca Exxon, fue comprender cómo, por qué y cuándo producen sus característicos sonidos las mariposas tronadoras (*Hamadryas* spp.).

El proyecto se originó cuando yo visité el Parque Nacional Santa Rosa como estudiante del curso *Historia Natural de Costa Rica*, dirigido por el profesor Álvaro Castaing Riva. Allí, bajo un higuerón del área de acampar, escuché sonar a dos mariposas, y como hasta entonces yo creía que las mariposas no sonaban, le pregunté a don Álvaro sobre ellas. Me dijo que no se sabía con certeza cómo sonaban, ni por qué, y que, si yo quería, un pariente de él tenía una propiedad en Alajuela donde se podían estudiar. Así inició mi interés en la bioacústica, de una forma parecida a como ocurrió con Darwin, quien se interesó en la *Hamadryas* cuando las escuchó mientras se comía una naranja bajo un árbol en Brasil en 1832. Darwin, sin embargo, nunca supo cómo sonaban, pero imaginó que los machos usaban el sonido en su cortejo, lo cual, hoy sabemos, ocurre poco. La función principal es otra.



Fig. 37. Las *Hamadryas* tienen dos grandes patrones de color, azuloso para camuflarse en la penumbra del bosque lluvioso denso del lado atlántico; y café para camuflarse en la vegetación xerófila de la costa pacífica americana. Fuente: Wikipedia ([1](#) y [2](#)).

Responder las tres preguntas básicas de cómo, cuándo y porqué suenan, tomaría 12 años, y para eso montamos en 1983 lo que sería el primer proyecto propiamente centroamericano de bioacústica. Se ubicó en la Universidad de Costa Rica con los siguientes especialistas: Francisco Hernández de Microbiología, quien hizo la microscopía electrónica; Javier Soley y José Araya de

la Escuela de Física, los análisis acústicos; Stefano Zolla de Crocevia, la ingeniería de sonido; Isabel González de la Escuela de Estadística, el análisis numérico; y yo, la parte biológica. Álvaro Wille, William Eberhard y Carlos Valerio funcionaron como asesores científicos.



Fig. 38. Arriba a la izquierda, dos investigadores del primero proyecto de bioacústica de Costa Rica, Francisco Hernández (corbata) y Julián Monge (foto: Inés Chaves). El proyecto incluyó la filmación de las *Hamadryas* para la serie de la BBC *Trials of Life*, presentada por David Attenborough, quien usó una mariposa falsa colgada de una caña para atraer machos territoriales (arriba a la derecha, foto: Julián Monge). Abajo: Michel Montoya y Julián Monge graban videos del apareamiento de las *Hamadryas* (foto: Patricia Valverde).

La respuesta a las preguntas que habían interesado a Darwin se publicó en varios artículos, el principal, en la *Revista de Biología Tropical* (muchas otras personas ayudaron en el proyecto: lista completa en Monge-Nájera et al., 1998°).

El proyecto se consideró innovador, por lo que fue reseñado en las revistas *National Geographic* y *Reader's Digest*.

¿Cómo se produce el sonido en las mariposas tronadoras?

El complejo mecanismo sonoro de las mariposas *Hamadryas* incluye, además de la capacidad cerebral de producir y procesar las señales sonoras: 1) vena percutiva que al golpear con la vena del ala opuesta produce el sonido, 2) vena engrosada como caja de resonancia para aumentar la transmisión del sonido, 3) oído para escucharse a sí misma y a otras mariposas y 4) oído para escuchar murciélagos (uno de sus depredadores naturales) (Ver Fig. 39).

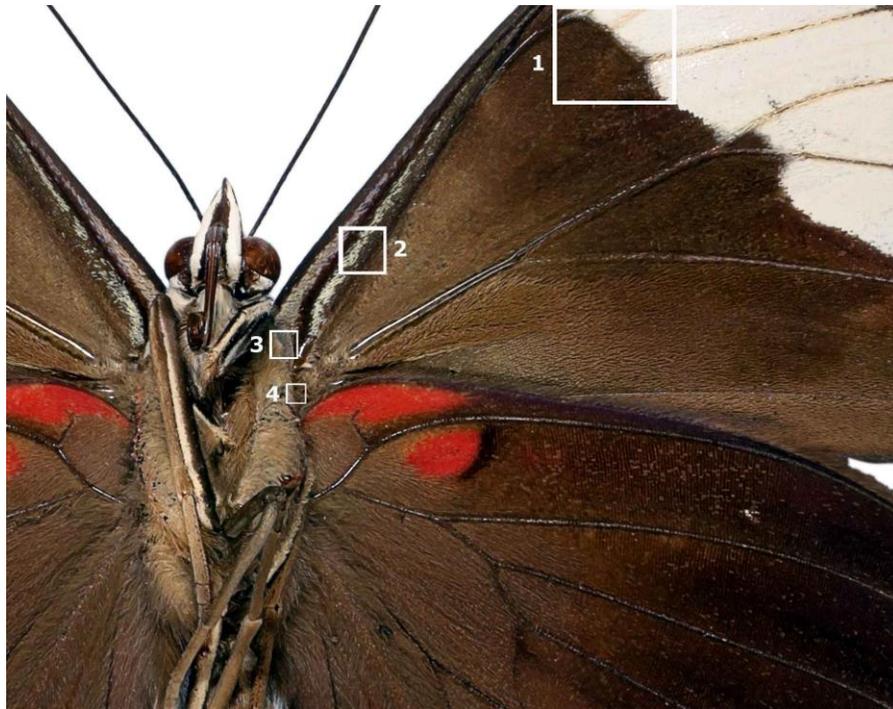


Fig. 39. Fotografía usada como base: [Wikimedia](#).

Casi cuatro décadas después de ese primer proyecto costarricense, se celebró en la Universidad Estatal a Distancia el [Primer Simposio de Bioacústica](#) de Costa Rica, mostrando el enorme avance desde esos inicios. Aunque la bioacústica costarricense aún se centra en los dos grupos tradicionales, aves y ranas, también se hace trabajo en invertebrados y otros grupos, y se aprovecha internet para que el público comparta sus grabaciones. Aún persisten, sin embargo, áreas completas sin desarrollar, como la bioacústica de las plantas, que permanece como un campo virgen y fascinante que seguramente deberá esperar unas cuántas décadas más para desarrollarse en América Central.

2.2. GUSANOS TERCIOPELO

2.2.1. ¿Quiénes son los parientes más cercanos de los gusanos de terciopelo u onicóforos?

Resumen: Estos misteriosos gusanos producen una red instantánea que usan para cazar; muchas especies no ponen huevos, sino que dan a luz sus crías que se alimentan a través de una placenta, al igual que los mamíferos. Sus fósiles se registran desde hace más de 500 millones de años y, hasta hace poco, había un acalorado debate sobre qué animales eran sus parientes más cercanos. Pero los recientes análisis genéticos nos muestran quién tenía razón.



Fig. 40. Velvet worm. Fuente: Alex Anderson.

Los gusanos de terciopelo, u onicóforos, han interesado a los investigadores evolutivos desde el siglo XIX (Monge-Nájera, 2020). El trabajo reciente de Laumer et al. (2019), aunque todavía está lejos de ser concluyente, muestra una tendencia de tres grupos a reaparecer juntos según los análisis de ADN: onicóforos, artrópodos y tardígrados; y un poco menos cerca, nemátodos y priapulidos.

Echemos un vistazo imaginario a cómo llegaron a ser los animales que conocemos hoy, suponiendo que el trabajo de Laumer et al. (2019) nos da una visión confiable de su historia evolutiva (Laumer et al., 2019).

Utilizando como base los caracteres compartidos por los cinco grupos, me parece que su antepasado común vivió en el océano hace más de 530 millones de años, en el Cámbrico temprano. Probablemente se trataba de un gusano muy pequeño, de unos pocos milímetros de longitud, con una cutícula, que podía ser espinosa, y que mudaba cuando el animal crecía.

Los órganos sensoriales —químicos, visión y otros— estaban concentrados en el frente, formando la cabeza, y el cerebro estaba conectado con el resto del cuerpo por un cordón nervioso ventral. Tanto en machos como hembras, los órganos sexuales y excretorios estaban abiertos en la parte trasera (donde las excreciones no interferían con los órganos sensoriales). La digestión se

realizaba mediante un tubo digestivo longitudinal, con la ayuda de glándulas que se conectaban al inicio o parte media.

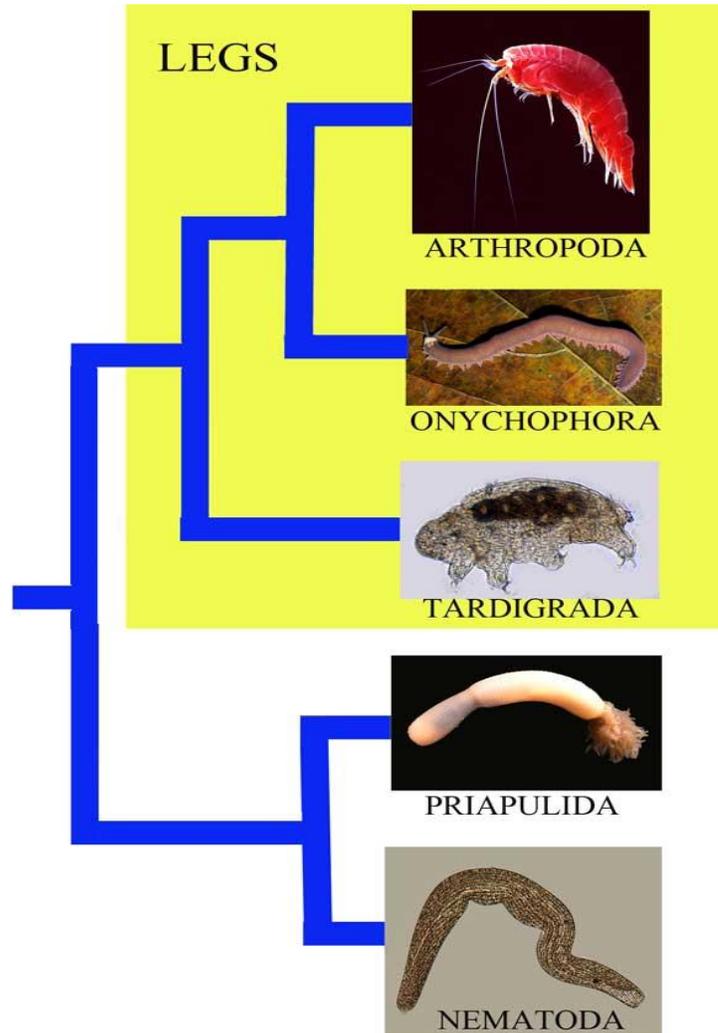


Fig. 41. Relación evolutiva de onicóforos, artrópodos, tardígrados, nemátodos y priapulidos según Laumer et al. (2019). Basado en: [Priapulida](#), [Nematoda](#), [Tardigrada](#), [Onychophora](#), [Arthropoda](#).

La primera rama que evolucionó a partir de este antepasado dio lugar a los priapulidos, un pequeño grupo de gusanos depredadores marinos que utilizan su prosoma espinoso para alimentarse y moverse en sus madrigueras (los primeros fósiles cámbricos de los que disponemos son de *Eximipriapulius globocaudatus*, y medían 1,4 cm de largo (Ma et al., 2014).

La segunda ramificación condujo a un grupo mucho más exitoso, los nemátodos (Baliński, Sun, & Dzik, 2013), que prácticamente poseen todo tipo de dieta y se encuentran en casi todas partes, incluidos los órganos de otros organismos (como parásitos) y las comunidades más profundas debajo de la superficie de la tierra (*Halicephalobus mephisto*) (Borgonie et al., 2011).

En otra rama de esos primeros gusanos se desarrollaron patas y esa dio origen a tardígrados, onicóforos y artrópodos. La rama que explotó la miniaturización dio lugar a los tardígrados, diminutos animales acuáticos que succionan el contenido celular de plantas o animales. Los tardígrados tienen ocho miembros robustos, sin articulación, y su miniaturización hace innecesarios los órganos especializados de circulación o respiración; la adaptación a sus hábitats cambiantes llevó a una resistencia espectacular a la sequedad extrema y las bajas temperaturas, por lo que sobreviven incluso en el espacio (Cooper, 1964).

La rama que explotó la vida en un tamaño corporal mayor dio lugar a onicóforos y artrópodos, que con el tiempo alcanzarían tamaños impresionantes de 20 cm para los onicóforos y 2,5 metros en los artrópodos (*Jaekelopterus rhenaniae*). Por suerte, tenemos fósiles que nos dan una idea de cómo eran.

Los primeros onicóforos eran tan pequeños que apenas eran visibles a simple vista; tenían cuerpos cubiertos de papilas sensoriales, espinas y placas protectoras; probablemente eran depredadores con una visión decente. Desarrollaron tráqueas respiratorias y un corazón dorsal para mover la sangre. Originalmente, tenían unos pocos pares de piernas relativamente largas y desarticuladas, pero cuando se trasladaron a tierra, sus cuerpos se alargaron y compensaron esto con un mayor número de piernas, aún sin articulaciones y más cortas, que les permiten moverse de una manera divertida e inesperadamente eficiente (Monge-Nájera, & Hou, 2002).

Un grupo de sus familiares fue más allá en el blindaje y la locomoción, desarrollando con el tiempo los exoesqueletos avanzados y las patas articuladas de trilobites, camarones e insectos (Daley, Antcliffe, Drage, & Pates, 2018)

Hoy, más de 530 millones de años después, los descendientes de ese pequeño gusano temprano llenan el planeta con una variedad alucinante de formas y comportamientos, y probablemente lo seguirán haciendo mucho después de que nuestra especie desaparezca.

2.3. DINOSAURIOS

2.3.1. Los misteriosos dinosaurios gemelos

Resumen: Hace 70 millones de años, dos dinosaurios de aspecto similar se alimentaban de la exuberante vegetación del sur de Mongolia; cualquiera hubiera pensado que eran parientes cercanos; pero la realidad es que no. Estas criaturas son la respuesta a la pregunta: ¿cómo puedes ser lo suficientemente voluminoso para digerir grandes cantidades de vegetación y, al mismo tiempo, escapar del mortal tiranosáurido *Tarbosaurus*?



Fig. 42. Mongolia de hoy, el aspecto desértico de los terrenos fósiles esconde el hecho de que -en la época de los dinosaurios- este lugar tenía una bonita vegetación y abundante agua dulce.

Fuente: [Wikimedia](#).

El sur de Mongolia ahora la imagen anterior (Fig. 42). Pero hace 70 millones de años, se parecía más a esto (Fig. 43) (Chinzorig et al., 2018):



Fig. 43. Botswana hoy en día. Compare esto con la Fig. 42 de cómo se ve hoy un lugar similar de Mongolia. ¿Quizás, dentro de millones de años, Botswana se verá como el paisaje desértico de Mongolia? Fuente: [Wikimedia](#).

El delta del Okavango, en África, nos da una idea de cómo era Mongolia en ese momento, pero los bosques en forma de dosel eran ricos en araucarias, en lugar de los árboles que actualmente habitan en África.

Si pudieras visitar Mongolia en el Cretácico, podrías conocer a estos dos dinosaurios de aspecto similar, *Deinocheirus* y *Therizinosaurus*:



Fig. 44. *Deinocheirus*: observe la similitud convergente con el *Therizinosaurus* no relacionado de la Fig. 45. Fuente: [Wikimedia](#).



Fig. 45. *Therizinosaurus*, un dinosaurio herbívoro, o quizás omnívoro, que vivió en Asia hace 70 a 65 millones de años. Fuente: [Wikimedia](#).

Ambos eran tan pesados como elefantes, pero más altos (más de 5 m de alto y alrededor de 10 m de largo) y se alimentaban principalmente de vegetación; no les molestaba tragar la miríada de pequeños animales que estaban adheridos al follaje: esto complementaba su dieta con proteínas y otros valiosos nutrientes; en otras palabras, ambos dinosaurios eran herbívoros con un toque omnívoro.

Cuando vi por primera vez reconstrucciones de estos dos animales, pensé que estaban estrechamente emparentados, como dos especies del mismo género que coexisten en un lugar y en un tiempo; a lo sumo, me imaginé, redujeron la competencia mediante un fenómeno llamado división de nicho, con los *Therizinosaurus* alimentándose en tierras más secas y *Deinocheirus* más cerca del agua (se han encontrado restos de peces asociados con sus fósiles).

Pero me sorprendió saber que no son parientes, son *dobles* en lugar de *gemelos*. *Deinocheirus* pertenece a los "dinosaurios avestruz", dinosaurios herbívoros (o quizá, omnívoros), mientras que *Therizinosaurus* evolucionó a partir de dinosaurios carnívoros que se convirtieron en herbívoros (o ligeramente omnívoros).

Sabemos que ambos se alimentaban mayoritariamente de vegetación debido a su anatomía, adaptada a los grandes sistemas digestivos necesarios para procesar el tejido vegetal; esta fue una de las razones por las que terminaron pareciéndose tanto, con barrigas y cabezas pequeñas. Probablemente estaban en una carrera evolutiva contra depredadores como *Tarbosaurus*, y esto los llevó a crecer más que los elefantes (su peso similar se explica por los huesos más livianos de los dinosaurios).

Otras adaptaciones convergentes fueron sus garras gigantes:



Fig. 46. Brazos de *Deinocheirus*. Fuente: [Wikimedia](#).



Fig. 47. Garra de *Therizinosaurus*. Fuente: [Wikimedia](#).

No sabemos con certeza si estas garras estaban escondidas entre plumas, como en las reconstrucciones anteriores, basadas en autores que piensan que las manos se usaron solo para exhibición sexual o de advertencia. Personalmente, esto no me parece convincente, en primer lugar, porque estos animales eran demasiado grandes para cubrirlos por completo con un plumaje imaginario. Probablemente eran como los avestruces y los elefantes, que tienen mucha piel expuesta para evitar el sobrecalentamiento.

En segundo lugar, porque la anatomía de sus brazos muestra que eran espectacularmente fuertes, y esto significa que fueron utilizados para algo que requería fuerza física, tal vez, como sugirieron algunos paleontólogos, para romper montículos de termitas, luchar contra depredadores y competidores, manipular ramas, extraer raíces del suelo, o varias de estas funciones. El paleontólogo Lev Alexandrovich Nesov llegó a imaginar que *Therizinosaurus* se colgaba de los árboles igual que se cuelgan los perezosos, pero los dinosaurios adultos eran demasiado pesados para esto.

Echemos un vistazo más de cerca a cada uno.

Deinocheirus (Lee et al., 2014) alcanzó los 11 m de longitud y sus huesos se han encontrado con marcas de mordidas probablemente hechas por *Tarbosaurus*:



Fig. 48. Encuentro imaginario entre *Deinocheirus* y *Tarbosaurus*. Fuente: [Wikimedia](#).

Deinocheirus está emparentado con *Garudimimus*, y esto sugiere que, al igual que los gatos, *Deinocheirus* dormía ratos y se activaba ratos tanto de día como de noche.

Los *Therizinosaurus* eran tan pesados que, atípicamente para su grupo, tenían patas que parecían patas de saurópodo. Por dicha, tenemos la suerte de tener sus nidos fosilizados: estructuras excavadas donde varios grupos de madres depositaban círculos compactos de ocho huevos esféricos y rugosos. Cuando los dinosaurios eclosionaban, sus madres ya se habían ido, pero tan pronto salían a la superficie podían cuidar de sí mismos.



Fig. 49. Huevo de *Therizinosaurus* con la cría. Fuente: [Wikimedia](#).

Aun así, estos dinosaurios continúan siendo un misterio. Solo contamos con unos cuantos fósiles y la información que ignoramos supera con creces la que hemos podido extraer de sus impresiones en piedra. Son maravillosas criaturas desaparecidas, que hace 70 millones de años, respiraban, pensaban y llevaban vidas que ahora difícilmente podemos imaginar.

1.5. AVES

1.5.1. Las aves como víctimas de guerra

Resumen: Una historia que poco se cuenta, las aves en tiempos de guerras. Sus increíbles capacidades les permitían sobrevivir y adaptarse a las diversas adversidades. Te contaremos sobre las consecuencias negativas de las guerras sobre las aves.

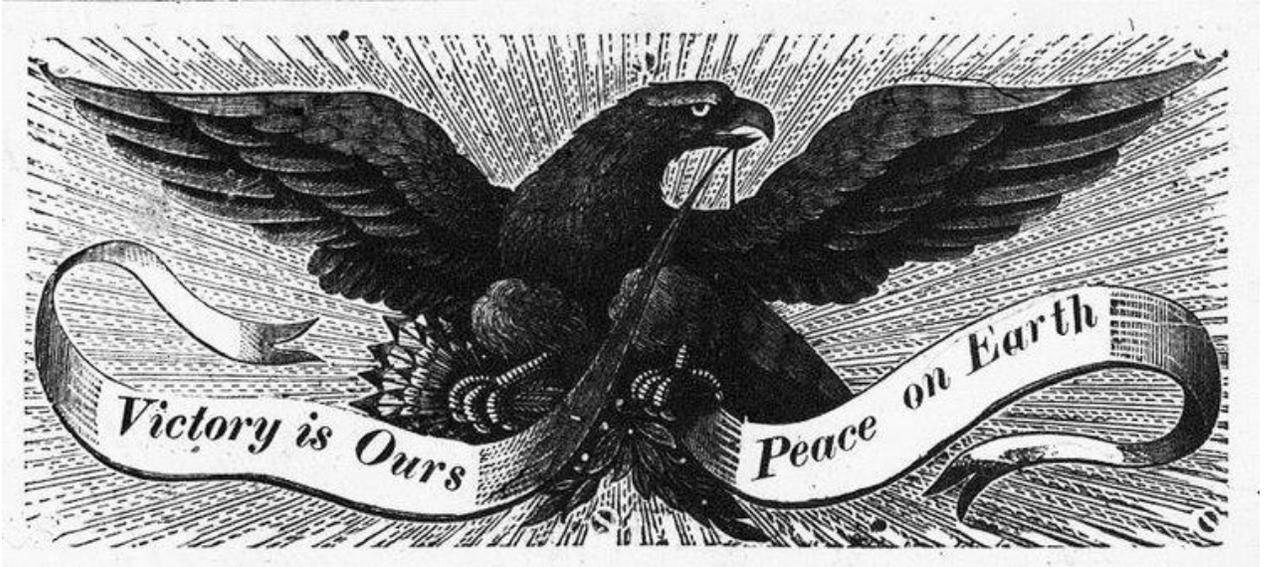


Fig. 50. Ilustración por Olivia Makes en 1918, en celebración del final de la Primera Guerra Mundial, “La victoria es nuestra, la paz a la Tierra”. Fuente: [Renville County Historical Society and Museum](#).

Las aves y la guerra han estado entrelazados desde siempre. Las víctimas de las guerras napoleónicas servían de alimento a los cuervos (Leggiere, 2016), al igual que debe haber ocurrido con los restos romanos en Teutoburgo hace 2000 años (Casio, 1924).

Sin embargo, el primer estudio sobre el efecto de la guerra en las aves debería esperar hasta que el ornitólogo escocés Hugh S. Gladstone (1877-1949) aprovechara sus días de militar para recortar cuanta noticia leía sobre el efecto de la Primera Guerra Mundial en las aves. Esta fue la base para su libro *Birds and the War* (1919). Allí concluye que las aves son sorprendentemente adaptables a los ataques con gas venenoso y artillería propios de la época. Incluso encuentra poco creíbles los informes de que cambian sus migraciones para evitar los campos de batalla.



Fig. 51. Las aves tienen gran capacidad de adaptación a sitios adversos. Fuente: [Flickr](#).

Una posible explicación de la aparente indiferencia de las aves ante el ruido de los cañones, sugiere, es que sus cerebros tratan ese ruido como si fuera el ruido de los truenos. En cambio, nos dice Gladstone que el mayor efecto dañino de la guerra sobre las aves es la alteración de sus hábitats, particularmente la destrucción de praderas y bosques, y la contaminación, especialmente por derrames de petróleo.

A diferencia de los pobres soldados, las aves podían elevarse en el aire para escapar del bromuro de xililo, el fosgeno y el cloro con que los diferentes ejércitos se mataban mutuamente en aquella época. La capacidad de las aves para alimentarse y anidar en los campos de batalla era extraordinaria, y Gladstone la ilustró profusamente con ejemplos de variedad de especies.

Durante la Segunda Guerra Mundial, en la terrible Batalla del Atolón de Midway (junio de 1942), todas las especies de aves sobrevivieron, pero las ratas que se quedaron en el atolón acabaron con la polluela de Laysan (*Porzana palmeri*), un ave muy escasa, en muy pocos años (Fisher & Baldwin, 1946).

"Matar aves fue una de las distracciones principales de los soldados aliados tras la firma del armisticio el 11 de noviembre de 1918" (Gladstone, 1919). Aunque en todas las épocas y lugares los soldados han recurrido a las aves para practicar tiro al blanco y complementar su alimentación, no existen --que yo sepa-- estudios equivalentes sobre las aves tropicales, así que investigué un poco y aquí presento lo que hallé.



Fig. 52. Testigos de las guerras napoleónicas mencionaron en sus memorias las bandadas de cuervos alimentándose de los cadáveres de los soldados. Fuente: [Batalla de Waterloo, William Holmes Sullivan \(1870-1908\).](#)

Guillermo Rico menciona que, en la selva colombiana, las guerrillas permitían la destrucción del hábitat siempre que se conservara el dosel. Esto no lo hacían por conservacionismo, sino para evitar su detección por parte del ejército, pero sin duda tal práctica tuvo efecto sobre la avifauna (Rico, 2018).

Termino citando nuevamente a Gladstone:

"Pienso en la destrucción de los bosques en nombre de las necesidades del país. Por generaciones, solo habrá desolación en lugares que, antes de la guerra, fueron santuarios de la vida silvestre".

El 6 de noviembre se celebra el Día Internacional para la Prevención de la Explotación del Medio Ambiente en la Guerra y los Conflictos Armados, una lucha que aún hoy en día continúa.

REFERENCIAS

- Allee, W. C. (1949). *Principles of Animal Ecology*. Philadelphia, EE.UU: W.B. Saunders Co.
- Baliński, A., Sun, Y., & Dzik, J. (2013). Traces of marine nematodes from 470 million years old Early Ordovician rocks in China. *Nematology*, *15*(5), 567-574. DOI: 10.1163/15685411-00002702.
- Bevis, J. (2019). *A Complete History of Collecting and Imitating Birdsong*. Recuperado de <https://thereader.mitpress.mit.edu/a-complete-history-of-collecting-and-imitating-birdsong/>
- Borgonie, G., García-Moyano, A., Litthauer, D., Bert, W., Bester, A., van Heerden, E., Möller, C., Erasmus, M., & Onstott, T. C. (2011). Nematoda from the terrestrial deep subsurface of South Africa. *Nature*, *474*(7349), 79-82. DOI: 10.1038/nature09974
- Casio. D. (1924). *Historia romana* (Vol. 7). Recuperado de <https://bit.ly/2uAGNKY>
- Chinzorig, T., Kobayashi, Y., Tsogtbaatar, K., Currie, P. J., Takasaki, R., Tanaka, T., ... & Barsbold, R. (2018). Ornithomimosaur from the Nemegt Formation of Mongolia: manus morphological variation and diversity. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, *494*, 91-100. DOI: 10.1016/j.palaeo.2017.10.031
- Cooper, K. W. (1964). The first fossil tardigrade: Beorn leggi Cooper, from Cretaceous amber. *Psyche*, *71*(2), 41-48. doi: 10.1155/1964/48418
- Daley, A. C., Antcliffe, J. B., Drage, H. B., & Pates, S. (2018). Early fossil record of Euarthropoda and the Cambrian Explosion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *115*(21), 5323-5331. DOI: 10.1073/pnas.1719962115
- Engel, M. S. (2015). Insect evolution. *Current Biology*, *25*(19), R868-R872
- Fisher, H.I., & Baldwin, P.H. (1946). War and the birds of Midway Atoll. *The Condor*, *48*(1), 3-15.
- Gladstone, H. (1919). *Birds and the War*. Londres: Skeffington.
- Ikeda, H., Takabatake, I., & Sawada, N. (1980). Variation in courtship sounds among three geographical strains of *Drosophila mercatorum*. *Behavior genetics*, *10*(4), 361-375. DOI: 10.1007/BF010655985.
- Kukalova-Peck, J. (1978). Origin and evolution of insect wings and their relation to metamorphosis, as documented by the fossil record. *Journal of Morphology*, *156*(1), 53-125.

- Laumer, C. E., Fernández, R., Lemer, S., Combosch, D., Kocot, K. M., Riesgo, A., ... & Giribet, G. (2019). Revisiting metazoan phylogeny with genomic sampling of all phyla. *Proceedings of the Royal Society B*, 286(1906), 20190831. DOI: 10.1098/rspb.2019.0831
- Lautenschlager, S. (2014). Morphological and functional diversity in therizinosaur claws and the implications for theropod claw evolution. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1785), 20140497. DOI: 10.1098/rspb.2014.0497
- Lee, Y. N., Barsbold, R., Currie, P. J., Kobayashi, Y., Lee, H. J., Godefroit, P., ... & Chinzorig, T. (2014). Resolving the long-standing enigmas of a giant ornithomimosaur *Deinocheirus mirificus*. *Nature*, 515(7526), 257-260. DOI: 10.1038/nature13874
- Leggiere, M.V. (2016). Napoleon and the Operational Art of War. Essays in Honor of Donald D. Horward. *History of Warfare* (Vol. 110). DOI: 10.1163/9789004310032
- Ma, X., Aldridge, R. J., Siveter, D. J., Siveter, D. J., Hou, X., & Edgecombe, G. D. (2014). A New Exceptionally Preserved Cambrian Priapulid From the Chengjiang Lagerstätte. New Chengjiang priapulid. *Journal of Paleontology*, 88(2), 371-384. DOI: 10.1666/13-082
- Michener, C. D. (1962). An interesting method of pollen collecting by bees from flowers with tubular anthers. *Revista de Biología Tropical*, 10(2), 167-175.
- Monge-Nájera, J. (2020). Onychophorology, the study of velvet worms, historical trends, landmarks, and researchers from 1826 to 2020 (a literature review). *Uniciencia*, 35(1), 210-230. DOI: 10.15359/ru.35-1.13
- Monge-Nájera, J., & Hou, X. (2002). Disparity, decimation and the Cambrian "explosion": comparison of early Cambrian and Present faunal communities with emphasis on velvet worms (Onychophora). *Revista de Biología Tropical*, 50(2), 823-841.
- Monge-Nájera, J., Hernández, F., González, M. I., Soley, J., Araya, J., & Zolla, S. (1998). Spatial distribution, territoriality and sound production by tropical cryptic butterflies (*Hamadryas*, Lepidoptera: Nymphalidae): implications for the "industrial melanism" debate. *Revista de Biología Tropical*, 46(2), 297-330.
- Rico, G. (2018). *La selva en Colombia después del conflicto con las FARC*. Recuperado de <https://es.mongabay.com/2018/05/colombia-la-selva-tras-conflicto-farc/>
- Schuster, J. C., & Schuster, L. (1971). Un esbozo de señales auditivas y comportamiento de Passalidae (Coleoptera) del nuevo mundo. *Revista Peruana de Entomología*, 14(2), 249-252.
- Slud, P. (1979). Calls of the Great Potoo. *The Condor*, 81(3), 322. doi: 10.2307/1367650
- Watson, A. (1975). A reclassification of the Arctiidae and Ctenuchidae formerly placed in the tryretid genus *Automolis hildbrier* (Lepidoptera) with notes on warning coloration and sound. *Bulletin of the British Museum Natural History. Entomology Series*, 25, 1-104.
- Willis, E. (1960). Voice, courtship, and territorial behavior of ant-tanagers in British Honduras. *The Condor*, 62(2), 73-87. DOI: 10.2307/1365673

ACERCA DEL AUTOR



Fuente: Wikipedia

Julián Monge-Nájera (nació el 6 de junio de 1960 en San José) es ecologista, editor científico, escritor, educador y fotógrafo costarricense. Investigador de la Universidad de Costa Rica, el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales y la Universidad Estatal a Distancia. Su trabajo científico ha sido presentado por The New York Times; Revista National Geographic; la BBC; Wired; The Independent (Londres) y The Reader's Digest, entre otros. Es miembro del Panel de Expertos que establece el “Environmental Doomsday Clock”; Curador de Onychophora en la Enciclopedia de la Vida; y miembro del equipo de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN.

