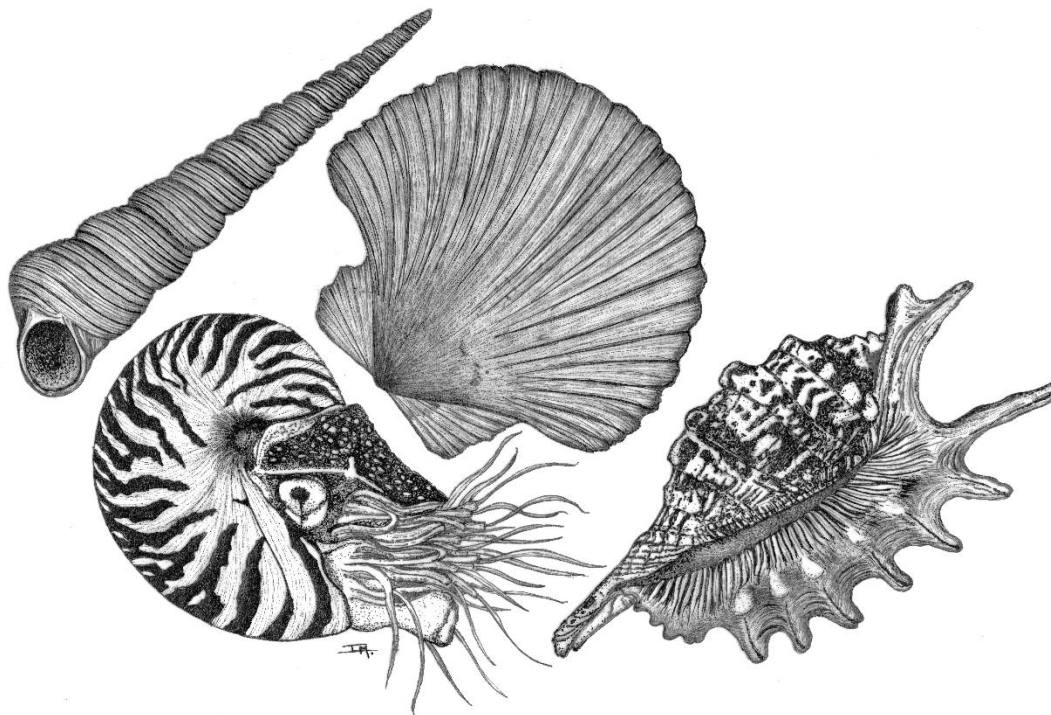




Entre almejas, caracoles y nautilos

El fascinante mundo de las conchas

Ignacio J. March Mifsut

Con fotografías de:

David Gutiérrez Carbonell y Jorge Rickards Guevara

2024



Portada: I. J. March Mifsut

Forma sugerida de citar:

March Mifsut, I.J., 2024. Entre almejas, caracoles y nautilus: El fascinante mundo de las conchas. México. 93 pp.

Ignacio J. March Mifsut es un biólogo y naturalista, ciudadano de México y España. Durante más de 40 años ha trabajado por la conservación de la biodiversidad y las áreas protegidas en México y Mesoamérica. Desde 1972 colecciona conchas de moluscos de todo el mundo, y con esta obra ha buscado hacer conciencia para que los coleccionistas practiquen un código de ética y para que puedan valorar la historia evolutiva que hay detrás de cada concha.

Dedicatoria

En memoria de una mujer excepcional

Isabel Mifsut Ibarreta

En agradecimiento a mi familia más cercana

Desirée, Marisol, Diego, Almudena, Javier, Alonso, Santiago y María Fernanda

Y a mis queridos amigos naturalistas, con quienes comparto la pasión de admirar, estudiar y coleccionar conchas de moluscos

David Gutiérrez Carbonell

Jorge Rickards Guevara

Napoleón Fillat Ordóñez



CONTENIDO

Página

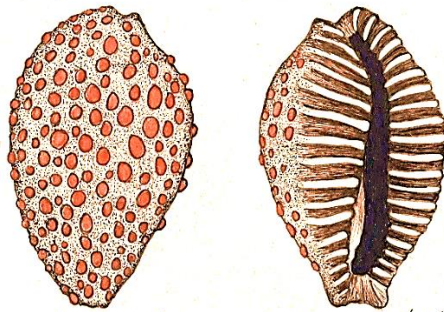
PRÓLOGO	5
INTRODUCCIÓN	6
Las conchas de los moluscos.....	6
La larga historia evolutiva de los moluscos.....	9
Coleccionistas de conchas	14
La ética del coleccionista de conchas	16
Estado de conservación de los moluscos con conchas	18
EVOLUCIÓN, BIOLOGÍA E HISTORIA NATURAL	22
I. Formas, colores, texturas y tamaños.	22
¿Cómo se forman las conchas?	22
Forma y función: El dictado de la evolución.....	26
Colores de las conchas	33
Defensas efectivas.....	36
Mimetismo, camuflaje y variabilidad.....	46
Hábitos y comportamientos interesantes	47
II. Los moluscos en su entorno natural.	50
Comer o ser comido	50
Los perforadores con ácido	59
Cazadores con curare.....	60
Moluscos invasores	63
Caracoles terrestres y de agua dulce	64
III. Casos especiales del mundo de los moluscos.....	65
El caracol de hierro: <i>Chrysomallon squamiferum</i>	65
El caracol acarreador: <i>Xenophora</i>	66
Un caracol parásito: <i>Vitularia salebrosa</i>	67
Conchas gigantes	67
Los nautilus y la proporción áurea	69
Conchas raras e interesantes	72
IV. Las conchas en las culturas del mundo.	73
Tintes y tintas.....	75
Los deliciosos moluscos	78
Las conchas como dinero	79
Ornamentos, armaduras, trompetas, instrumentos musicales y objetos sagrados.....	80
Ofrendas mortuorias.....	85
Especies altamente apreciadas por los coleccionistas	86
EPÍLOGO.....	87
REFERENCIAS	88
APÉNDICES	93
Apéndice 1.- Especies de moluscos reguladas por la CITES (Enero 2024)	93



Prólogo

Este es un libro de divulgación que está destinado principalmente a los naturalistas y aficionados que coleccionan conchas de moluscos, y que espero les sea de interés para poder ver un poco de lo que está detrás de una concha. También he querido escribir este libro para llamar la atención de las nuevas generaciones, con el fin de que aprecien y valoren a la naturaleza, gracias a la cual siempre deberemos nuestra existencia. Quiero motivar a jóvenes a interesarse más por la evolución y la ecología, y así dejar de ver a la naturaleza y a sus criaturas como entes estáticos, y descubrir el complejo y fascinante fenómeno, siempre en movimiento, que es la vida en nuestro planeta.

Como medio para ello elegí a los moluscos, ya que como naturalista es uno de los grupos biológicos que más me ha apasionado, pero también porque se presta para ser un gran vehículo de enseñanza sobre la evolución, la biología y la ecología de los animales. Desde adolescente, hace muchos años, comencé a coleccionar conchas de moluscos; siempre me han parecido verdaderas obras de arte y joyas de la naturaleza. Poco a poco, fui apreciando la enorme diversidad de tipos, formas, colores y tamaños de conchas que hay por todo el mundo, y eso me llevó a investigar más sobre su evolución, biología y ecología. Los coleccionistas de conchas de moluscos, al igual posiblemente que los coleccionistas de insectos, admiramos la inmensa plasticidad de la naturaleza reflejada en una amplia diversidad de formas, colores y tamaños de las conchas.



***Jenneria pustulata* (Cypraeidae) se distribuye en el Pacífico
y se alimenta de corales (I. March Mifsut)**

Espero que este libro resulte del mayor interés a quienes coleccionan conchas de moluscos, y que les ayude a entender mejor las adaptaciones evolutivas que se reflejan en la morfología y características de las propias conchas; resulta fascinante ver una concha cuando uno sabe más sobre las especies a las que corresponden.

Debo indicar que buena parte del contenido de este libro, ha resultado de numerosas investigaciones de naturalistas, biólogos y grandes expertos en moluscos, cuyas citas están debidamente indicadas; particularmente quiero hacer especial referencia a los valiosos trabajos publicados por Vermeij (1993), Heller (2015), Harasewych y Moretzsohn (2010) y Abbott (1982).



Introducción

Nada en Biología tiene sentido excepto bajo la luz de la evolución

Theodosius Dobzhansky (1900-1975)

Las conchas de los moluscos

Las conchas de los moluscos son verdaderas joyas de la naturaleza, y algunas, sin duda, pueden ser calificadas como obras de arte. Presentan colores y formas muy variadas, que demuestran la enorme paleta de colores y configuraciones que resultan de la larga evolución que los moluscos han tenido a lo largo de las eras geológicas.

El interés por coleccionar estas maravillas naturales surge no solo por su gran belleza, sino también porque pueden ser conservadas a lo largo del tiempo sin que pierdan su belleza, a menos que estén sujetas a luz intensa y a los factores de la intemperie. Con el cuidado debido, las conchas pueden mantener su apariencia a lo largo del tiempo.

El crecimiento de la concha ocurre a lo largo de toda la vida de un molusco, y durante ese crecimiento, algunas especies pueden tener cambios notables en la forma y color de la concha. En los caracoles, al crecer, la concha se va girando alrededor de la columnela para enrollarse. En los caracoles espirados, hay un músculo que fija todo el cuerpo blando del caracol a la columnela de la concha (músculo columnelar)¹, y así el caracol se va transformando de manera integral.

Muchas conchas de moluscos tienen formas determinadas por patrones de crecimiento que pueden describirse con progresiones aritméticas y logarítmicas, mientras que otras, como los murícidos del género *Chicoreus* por ejemplo, tienen además proyecciones en la concha que son verdaderos fractales²; todas ellas son evidencia de las fabulosas estructuras orgánicas que la naturaleza puede generar y que tanto nos asombran.

Las fuerzas de la selección natural y las mutaciones han ido generando especies con conchas grandes o pequeñas, alargadas o compactas, oscuras o coloridas, con aberturas amplias o estrechas, con espinas y

¹ Heller, 2015.

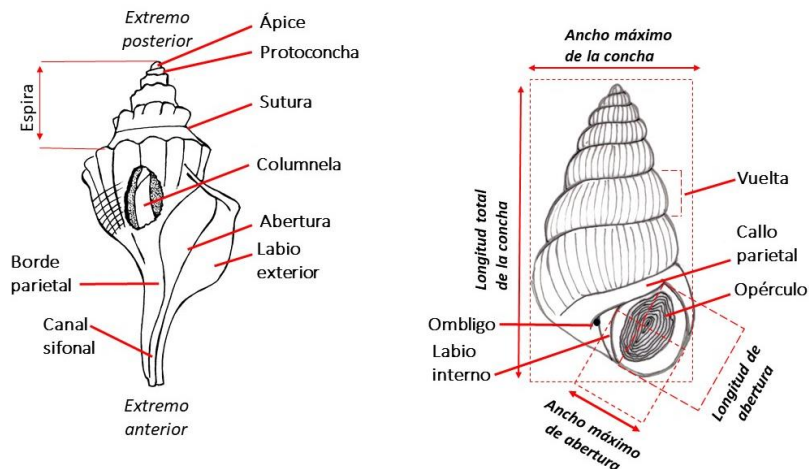
² **Fractal**: voz inventada por el matemático francés Benoit Mandelbrot en 1985, del latín *fractus*, quebrado; se define como un objeto geométrico en el que una misma estructura, fragmentada o aparentemente irregular, se repite a diferentes escalas y tamaños.

costillas grandes o pequeñas, produciendo una enorme diversidad de esta estructura que brinda protección a los moluscos.



La concha de *Rapana rapiformis* (Muricidae), tiene una abertura proporcionalmente amplia (I. March Mifsut)

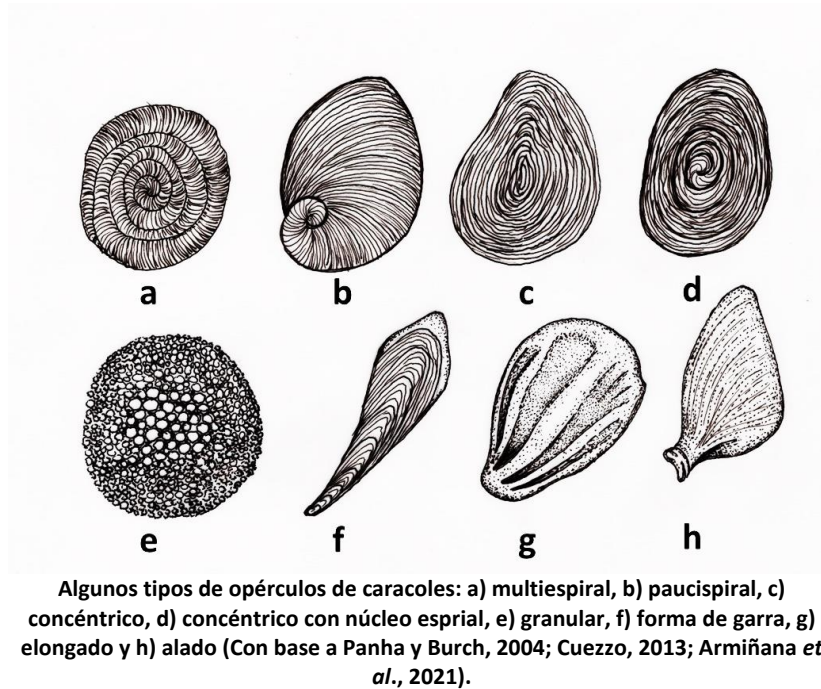
De manera adicional a la concha, muchos caracoles tienen un opérculo, que es una estructura córnea o calcificada que cierra la apertura de la concha cuando el cuerpo blando del caracol ingresa a su interior. El opérculo es la última línea de defensa para un caracol ante el ataque de sus depredadores más tenaces; hay una amplia diversidad en el diseño y estructura de los opérculos. En el caracol turbante verde, *Turbo marmoratus* (Turbinidae), el opérculo puede tener dos centímetros de grosor y ser prácticamente irrompible; la primera vez que yo tuve en mis manos uno de estos enormes opérculos realmente me sorprendió por su peso y solidez. En el caso del caracol rosado *Lobatus (Strombus) gigas* (Strombidae), el opérculo tiene forma de garra, que el animal utiliza para darse la vuelta cuando es volteado y también para la locomoción; este caracol llega a vivir hasta 30 años³.



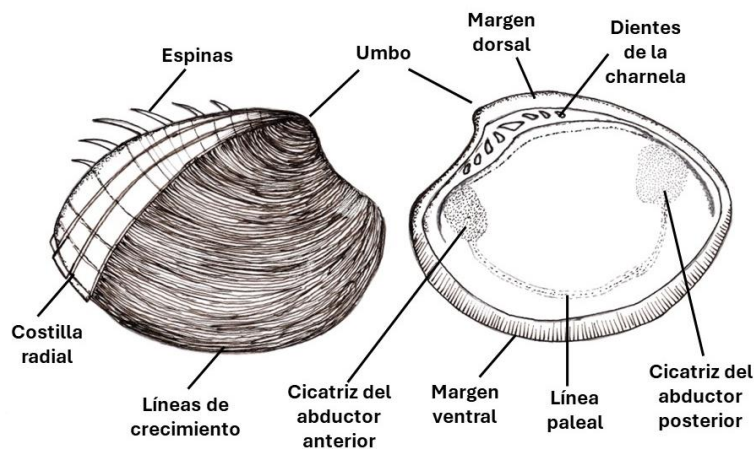
Partes principales en una concha de caracol (I. March Mifsut)

³ Harasewych y Moretzsohn, 2010.

Hay diversos tipos de opérculos y hay algunos que tienen diseños de lo más interesante; de hecho, algunos son apreciados como materia prima en joyería.



Por su parte los bivalvos, como su nombre lo indica, son moluscos con una concha formada por dos valvas que se insertan perfectamente para brindar una protección efectiva al cuerpo blando de estos moluscos. Las conchas de los bivalvos también presentan una amplia diversidad de tipos, formas, y tamaños, e igualmente pueden presentar espinas y costillas que tienen funciones importantes. Conchas como las de la Familia Spondylidae, son muy ornamentadas y de colores muy diversos.

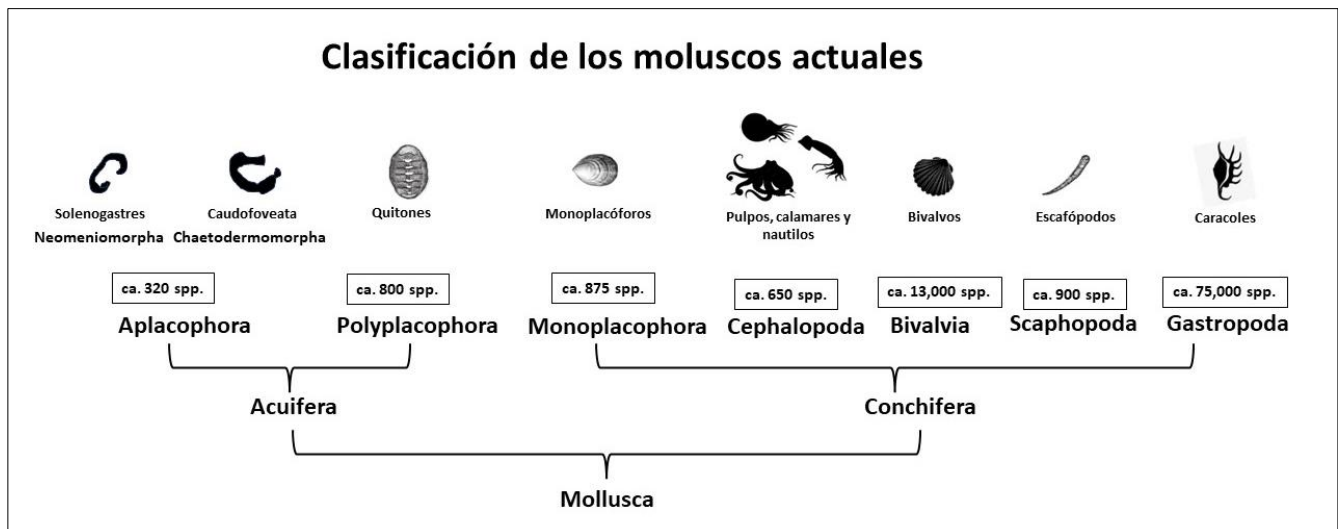


Las conchas de los nautilus actuales son mucho menos diversas que las de los caracoles y bivalvos, pero se distinguen en tener cámaras al interior que se llenan de gas y que proveen la flotabilidad que requieren estos interesantes moluscos que son considerados como verdaderos fósiles vivos, evolutivamente muy cercanos a las extintas ammonites.

Finalmente están las conchas de los escafópodos, un grupo de moluscos mucho menos conocido por los aficionados a las conchas. Las conchas de los escafópodos, llamados genéricamente “dentaliums”, son las más sencillas y tienen forma de defensas de elefante (mal llamados colmillos), y presentan muy poca diversidad en cuanto a su tamaño y colores; sin embargo, biológicamente son moluscos muy interesantes y con un abundante registro fósil. La concha de los escafópodos tiene una abertura en la parte anterior, por donde sale el cuerpo blando del animal, y un orificio en el extremo posterior en donde el sifón puede circular el agua, pues viven mucho tiempo enterrados en la arena del fondo. Uno de los géneros más comunes es *Dentalium*.

La larga historia evolutiva de los moluscos

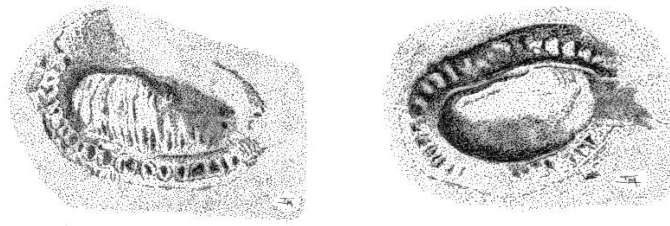
Los moluscos es uno de los grupos biológicos más antiguos y que podemos rastrear a través del registro fósil en todo el mundo casi hasta su origen. Actualmente, se reconocen siete clases de moluscos de las cuales cinco pueden presentar una concha. Los quitones presentan placas protectoras que nos son consideradas estrictamente como conchas.



El primer naturalista en clasificar y nombrar a los distintos grupos de caracoles fue el francés Georges Cuvier; de hecho, fue quien estableció la Clase Gastropoda para clasificar a los caracoles.

Los caracoles provienen de los primeros moluscos, los Helmineloides, que aparecieron en el Período Ediacárico, hace unos 540 millones de años, y que perduraron hasta el Ordovícico inferior. Los caracoles fósiles más antiguos datan del Cámbrico, y corresponden a especies marinas, mientras que los fósiles de los gasterópodos terrestres o de agua dulce más antiguos datan del Paleozoico tardío; el caracol de agua dulce más antiguo data

del Jurásico. El primer molusco en el registro fósil es *Kimberella quadrata* del Proterozoico superior, y fue en el Cámbrico, hace 542 millones de años, que ocurre la primera radiación evolutiva de los moluscos⁴.



Fósiles de *Kimberella quadrata*
(Dibujos con base en fotografías; I. March Mifsut)

Después de 500 millones de años de evolución, de todos los moluscos, los caracoles son la única clase que ha colonizado los tres tipos de ambientes: marino, terrestre y de agua dulce, y llegan a habitar desde las ventilas hidrotermales y las aguas profundas del océano, como la fosa de las Marianas, hasta las islas más remotas, desiertos, cavernas, selvas, bosques, y las cumbres de los Andes y del Himalaya, a altitudes que superan los 4,000 metros sobre el nivel del mar⁵.

Después de los insectos, los gasterópodos son el segundo grupo animal con mayor número de especies en el mundo. Hay más de 600 familias de moluscos y son los gasterópodos los que tienen un mayor número de especies (ca. 75,000 especies).

Todos los organismos tienen depredadores, competidores y parásitos, y las adaptaciones favorecidas por la selección natural les permite sobrevivir; los moluscos no son la excepción.

Las adaptaciones evolutivas de caracoles y bivalvos pueden ser de muy diversa índole:

- En forma, tamaño y geometría de la concha.
- Textura y coloración de la concha.
- En grosor y resistencia de la concha.
- En hábitos del organismo: alimenticios o tróficos, circadianos, etc.
- En comportamientos o conductas.
- En ornamentación y opérculos.
- En armas químicas: toxinas, venenos, ácidos para disolver.

Además de los bivalvos, caracoles y nautilus, un grupo más de moluscos presenta también una concha que igualmente son buscadas por los coleccionistas de conchas: se trata de los escafópodos conocidos también como “conchas colmillo” por parecerse a una defensa de elefante; se estima que hay unas 900 especies y en general presentan conchas que difícilmente superan los 5 cm, aunque alguna especie puede medir hasta 25 cm

⁴ Grande y Zardoya, 2012.

⁵ Armiñana *et al.*, 2021.

de longitud. Viven enterrados en la arena o sedimentos marinos y su concha tiene costillas longitudinales que le otorgan cierta resistencia.

La diversidad de especies de moluscos varía entre una zona biogeográfica y otra; por ejemplo, mientras que en el archipiélago de Hawaii hay unas 1,000 especies, en Filipinas hay cerca de 6,000. Por mucho, de todos los mares es el Indo-Pacífico el que tiene la mayor diversidad de caracoles y bivalvos en el planeta, por lo que ha sido un centro de diversificación.

Aún falta una infinidad de especies de moluscos que deben ser nombradas y descritas por la ciencia. Al analizar las especies de moluscos marinos que fueron descritas por la ciencia entre el año 2000 y el 2014, se encontró que, de las 6,656 especies descritas, más del 51% correspondía a especies del Indo-Pacífico⁶.

Durante la historia de la Tierra, la deriva continental ha causado que las barreras a la distribución de las especies hayan aparecido y desaparecido de manera alternada, y esto, junto con otros factores, ha determinado la compleja distribución de las especies que podemos ver hoy en día. Esto también ha influido en la distribución de los depredadores; los cangrejos del Atlántico son más pequeños y con tenazas menos robustas que los del Pacífico. El género de caracoles *Placopurpura* (Muricidae), se distribuye tanto en el Atlántico como en el Pacífico de Mesoamérica; quizás al formarse el puente centroamericano, las poblaciones quedaron divididas y la especiación provocada por la presión de distintos depredadores, generó especies con diferente grosor de las conchas. Algunas especies del oeste de África cruzaron el Atlántico hasta las costas de América. Por su parte, especies del Indo-Pacífico se expandieron hacia el Pacífico oriental. Los cambios producidos en las corrientes marinas durante la deriva continental y la formación de barreras o de corredores de comunicación, junto con los cambios en el clima, probablemente han tenido una fuerte influencia en la distribución de las líneas evolutivas de los moluscos.⁷

Geerat J. Vermeij, uno de los mayores expertos en la historia natural y evolución de los moluscos, escribió: *“Las conchas son construidas por animales que viven en un mundo lleno de peligros, limitaciones y oportunidades. Fuera de su entorno natural, son objetos de belleza de una arquitectura abstracta en la cual la forma prevalece sobre la función. Pero sólo cuando observamos a las conchas y a sus constructores en la naturaleza, es como podemos apreciar algo de los factores ecológicos que afectan el bienestar y el éxito reproductivo de los moluscos. Las conchas son estructuras funcionales cuyas formas reflejan las maneras en las que los animales que las construyen están adaptados y limitados por su entorno”*⁸.

El grupo de los Vetigastropodos, que incluye a varias familias como las de las lapas perforadas (Fissurelloidea), los abulones (Haliotidae) y los caracoles de la Familia Trochidae, son considerados entre los gasterópodos más primitivos; en términos genéricos se les llama gasterópodos cepillo (*brush snails*) por las características de su rádula. Es en este grupo en donde evolutivamente ocurre el enroscamiento de la concha, y como consecuencia, la formación de una cocha asimétrica, que implicó diversos cambios en la anatomía de las partes blandas. Algunos integrantes de este grupo viven a grandes profundidades y asociados a ventilas hidrotermales⁹.

⁶ Bouchet *et al.*, 2016.

⁷ Vermeij, 1993.

⁸ Vermeij, 1993.

⁹ Heller, 2015.

Hay caracoles que viven flotando y cazan o se alimentan en la columna de agua; los caracoles de la Familia Pterotracheoidea, son de cuerpo y concha transparente y no miden más de un centímetro; en estructuras parecidas a tentáculos, tienen células fotosensibles que son su principal arma para cazar a sus presas; algunos de los géneros de este grupo son *Atlanta*, *Protatlanta*, *Oxygyrus*, *Carinaria*, *Pterosoma* y *Cardiapoma*. Otro caracol que vive flotando a la deriva, pero de otra familia, es *Janthina* (Janthinidae), que flota cerca de la superficie y depreda a cnidarios que flotan como las medusas; la concha es delgada y delicada, y genera burbujas de aire que le permiten estar todo el tiempo flotando¹⁰.



El caracol terrestre *Lysinoe ghiesbreghti* (Xanthonychidae) habita en el cerro Tzontehuitz de Chiapas a más de 2,000 msnm (D. March Colvin).

La selección natural, a través de factores de presión como por ejemplo la evolución de los depredadores, ha ido promoviendo características con valor adaptativo que se reflejan en el tamaño, diseño estructural, grosor y coloración de las conchas de los moluscos. No fue sino hasta hace unos 200 millones de años, que los depredadores más comunes como los cangrejos, tuvieron una especialización para lograr romper las conchas; esto favoreció que una amplia diversidad de adaptaciones en las características de las conchas, prosperaran hasta hoy en día. Además de las adaptaciones estructurales en las conchas, otros cambios surgieron y también prosperaron; algunos de estos cambios permitieron a los caracoles, entre otras capacidades, tener una mayor velocidad para enterrarse en la arena o una mayor capacidad para pegarse a las rocas; a su vez, las adaptaciones de defensa en los moluscos con concha también han funcionado como parte de la selección natural que ha promovido características exitosas en los depredadores¹¹.

Fósiles del Cámbrico temprano demuestran que las conchas fueron exitosas en muchos organismos para sobrevivir al ataque de depredadores. Los braquiópodos del Ordovícico (hace 485 MA), similares a los bivalvos, pero sin ser moluscos, por tener una concha con dos valvas, son animales marinos ya extintos que presentan cicatrices en sus conchas aparentemente causadas por los ataques de cefalópodos¹². También en conchas de braquiópodos del Paleozoico y del Triásico se han encontrado perforaciones hechas quizás por caracoles de la Familia Platyceratidae. Los peces del Devónico temprano tenían sólidas placas en las mandíbulas que

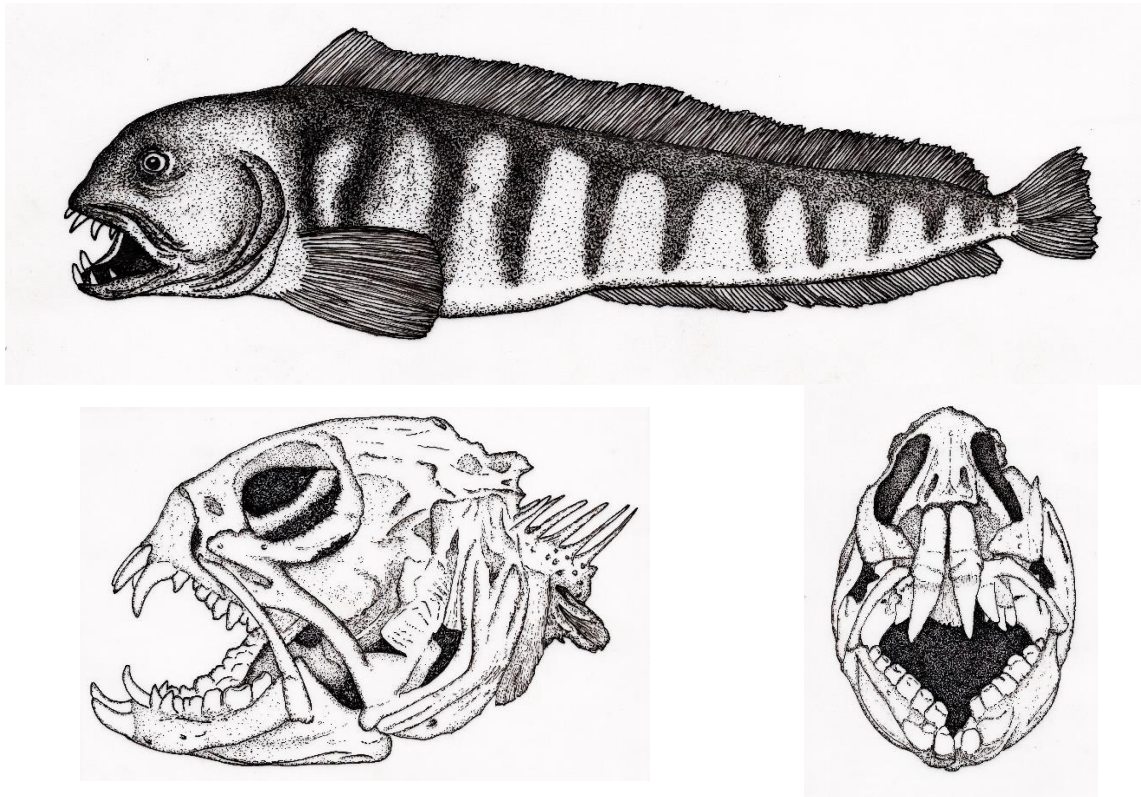
¹⁰ Heller, 2015.

¹¹ Vermeij, 1993.

¹² Los braquiópodos son un filo de invertebrados marinos con concha en dos valvas desiguales; luego de haber tenido más de 16,000 especies, es un grupo vestigial y actualmente hay poco más de 300 especies.

posiblemente les dio la capacidad de aplastar conchas de moluscos; tiempo después, en el Paleozoico tardío, prosperaron varias familias de peces, tiburones y rayas con dientes que les daba la capacidad de romper conchas. Durante el Carbonífero temprano, algunos de los primeros camarones mantis (Gonodactylidae) tuvieron la capacidad de depredar a caracoles y bivalvos con conchas delgadas¹³. Todas estas son evidencias que, a lo largo de la evolución, los moluscos han estado perseguidos por distintos depredadores que podían aplastar sus conchas.

Actualmente, los peces lobo (*Anarhichas denticulatus*, *A. lupus* y *A. minor*; Anarhichadidae), tienen dientes diseñados para aplastar conchas, y dentro de su dieta están los caracoles y bivalvos¹⁴.



Pez lobo *Anarhichas lupus*; nótese los robustos dientes que le permiten aplastar las conchas de moluscos
(I. March Mifsut)

Desde el Ordovícico, las conchas de moluscos presentan formas y estructuras con funciones anti-depredador; también es cuando aparecen los opérculos que contribuyen a la protección. Algunos amonites, cefalópodos con concha, durante el Ordovícico y el Silúrico, desarrollaron dimensiones considerables, y fue a partir del Devónico que desarrollaron las septas que divide internamente la concha en cámaras como en los actuales

¹³ Vermeij, 1993.

¹⁴ González *et al.*, 2006.

nautilus. A lo largo de su evolución, las conchas de moluscos revelan en su conjunto que la sobrevivencia y el éxito reproductivo requieren de adaptaciones cada vez más sofisticadas¹⁵.

Distintas investigaciones sugieren que los caracoles posiblemente han co-evolucionado tanto con respecto a sus depredadores como respecto a sus presas¹⁶.

Coleccionistas de conchas

Coleccionar conchas de moluscos es un pasatiempo o afición que se ha ido haciendo cada vez más popular en todo el mundo; esto se entiende, pues es un entretenimiento muy edificante en el que se aprende mucho sobre la naturaleza y su diversidad biológica.

El interés por las conchas a lo largo de la historia ha quedado plasmado en numerosos libros ilustrados, desde el escrito por el naturalista Aldrovandi en 1606 hasta nuestros días¹⁷.

En nuestros días, existen muchas guías de identificación de conchas que son indispensables para los coleccionistas. Para el caso de conchas de moluscos marinos a nivel global, están las guías y compendios de Abbott y Dance (2000), Eisenberg (1989), Harasewych y Moretzsohn (2010), Wye (2015), Dance (2000) y Oliver (2004) por tan solo mencionar algunas; para los caracoles terrestres, el compendio de Abbott (1989) es sin duda uno de los más completos. A nivel local, existen numerosas guías que pueden ser de mucha ayuda para el coleccionista. Como coleccionista, poco a poco fui adquiriendo varias guías impresas y luego, conforme lo fui necesitando, consulté guías y artículos científicos que se pueden encontrar fácilmente en la red. Para aquellos especímenes que presentan dificultad para identificarse, siempre está la posibilidad de pedir ayuda en la red con los coleccionistas más experimentados.

En diversos países, existen asociaciones y clubes que agremian a muchos coleccionistas de conchas; estas agrupaciones propician el intercambio de ejemplares e información, y organizan exposiciones y diversos eventos en torno a las conchas.

Formar y mantener una colección de conchas es una actividad que nos apasiona a muchos, pero además de la pasión requiere de dedicación y responsabilidad. Los ejemplares sin localidad conocida pierden al menos la mitad de su valor científico, por lo que en las colecciones deben predominar los especímenes con los datos asociados que indican en qué lugar y en qué fecha fueron colectados o recogidos. Las mejores colecciones son aquellas que tienen sus ejemplares debidamente etiquetados y cuentan con un catálogo bien organizado. Muchos coleccionistas tienen sus catálogos en formato digital, pero a otros como a mí, tenemos nuestros catálogos hechos a mano.

En las colecciones científicas, es importante conservar con los especímenes los opérculos cuando lo presentan las especies en cuestión, pues así se les considera especímenes realmente completos.

Una colección de conchas puede estar organizada taxonómicamente por especies, géneros y familias, pero también se puede organizar por lugares o zonas geográficas. La ventaja de organizar una colección por zonas

¹⁵ Vermeij, 1993.

¹⁶ Dietl, 2003; West y Cohen, 1994.

¹⁷ Schierenberg y van Bruggen, s/a.

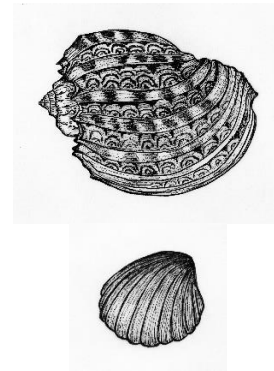
geográficas es que así nos permite admirar como las coloraciones y demás características en las conchas reflejan la historia evolutiva de las regiones en los que habitan los moluscos¹⁸.

Yo prefiero por mucho las colecciones que son exhibidas en vitrinas o gabinetes sobre aquellas que están guardadas en cajas; no hay nada como contemplar de manera permanente estas joyas naturales.

Coleccionar conchas de moluscos es una afición muy antigua; quizás las grandes colecciones surgieron cuando en el siglo XVII aristócratas y nobles adinerados, formaron sus “gabinetes de curiosidades”, en los que las conchas compartían espacios con colecciones de minerales, de insectos, con esqueletos y especímenes en taxidermia.

En el transcurso de la historia, numerosos personajes han sido grandes coleccionistas de las conchas de los moluscos; algunos de los más notables han sido los siguientes ¹⁹:

- Luis XIII de Francia (1601-1643).
- El naturalista Georg E. Rumphius (1627-1702)
- Cosme III de Médici, gran Duque de Toscana (1642-1723)
- El naturalista Hans Sloane (1660 – 1753)
- Pedro El Grande de Rusia (1672-1725)
- La Reina Ulrica Leonor I de Suecia (1688-1741)
- Cristian VI de Dinamarca (1699-1746)
- La emperatriz María Teresa I de Austria (1717-1780)
- La emperatriz Catalina II La Grande (1729-1796)
- El naturalista y explorador Hugh Cumming (1791-1865)
- El malacólogo Lovell Augustus Reeve (1814 – 1865)
- El malacólogo belga Philippe Dautzenberg (1849-1935)
- El emperador de Japón Hirohito (1901-1981)

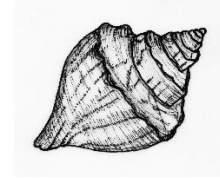
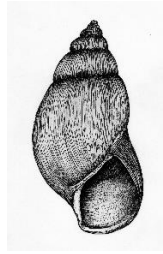
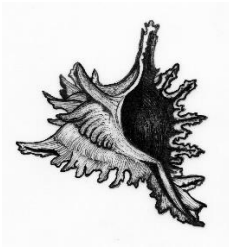


Hoy en día hay miles de coleccionistas de conchas en todo el mundo, algunos con colecciones que superan los 100,000 ejemplares. Diversos museos públicos y Universidades también albergan inmensas colecciones de conchas de moluscos; quizás la colección del *Smithsonian Institution* en Washington D.C. sea una de las más grandes a nivel global.

Desafortunadamente son pocos los países que están regulando el comercio de conchas para evitar la sobre explotación de los moluscos y sin duda por este motivo muchas especies están o estarán en peligro de extinción, sino es que ya han desaparecido.

¹⁸ Vermeij, 1993.

¹⁹ Abbott, 1982.



La ética del coleccionista de conchas

Todo naturalista, profesional o aficionado que inicie y mantenga una colección de conchas, debe tener una ética alineada a la protección y conservación de todas las especies de moluscos y a los ecosistemas en que habitan. Por ello, al iniciar y mantener una colección de conchas es de la mayor importancia guiarse por los siguientes principios y buenas prácticas:

- 1) No comprar conchas de moluscos que hayan sido obtenidas por métodos ilegales o que ponen en peligro la conservación de las especies de moluscos y sus hábitats.
- 2) Nunca comprar, coleccionar o intercambiar conchas de especies que a nivel internacional estén enlistadas en la CITES²⁰, que estén consideradas en alguna categoría de riesgo en el país o localidad en que se encuentre, o que esté enlistada en la *Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza* (UICN)²¹.
- 3) Al coleccionar conchas, hacerlo únicamente a partir de especímenes muertos; nunca sacrificar moluscos vivos para obtener su concha. Siempre checar que las conchas recogidas o colectadas no contengan cangrejos ermitaños u otros organismos en su interior; de ser así, simplemente no coleccionar la concha y dejarla en su lugar.
- 4) Dar preferencia a la adquisición de conchas a partir de colecciones ya existentes que son puestas en venta o en donación, así como de moluscos que han sido legalmente pescados como fuente de alimento.
- 5) Evitar coleccionar ejemplares repetidos de la misma especie y de localidades cercanas, a menos que correspondan a tamaños claramente diferentes o con características especiales de interés²².
- 6) Evitar coleccionar conchas que están rotas o que no tienen la calidad suficiente para incorporarse a una colección; muchas de estas conchas terminan en la basura y son importantes para el ecosistema.

²⁰ CITES es la *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres* (<https://cites.org/esp>); las listas de especies en los apéndices I, II y III se encuentran en: <https://cites.org/esp/app/appendices.php>. En el **apéndice 1** se enlistan las especies vigentes al momento de escribir esta obra.

²¹ <https://www.iucnredlist.org/>

²² Las colecciones científicas, generadas de proyectos de investigación, normalmente requieren de muchos ejemplares que sean representativos de la variabilidad entre sexos, edades e individuos.

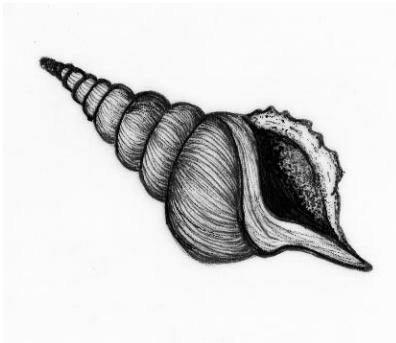
- 7) Al buscar conchas, no alterar ni perturbar de ninguna manera los hábitats de los moluscos.
- 8) Permitir el acceso a la colección y a los datos que contiene a especialistas interesados en obtener información valiosa para el manejo y conservación de los moluscos.
- 9) Educar a los principiantes que desean formar una colección de conchas.
- 10) Tratar de mantener una colección bien documentada como una herencia que se puede legar a museos, universidades o a otros aficionados coleccionistas.

Un ejemplo de una colección donada a un museo, es el del Dr. Phil Nudelman, un ejecutivo de negocios retirado quien en 2013 donó al Museo Burke de Historia Natural y Cultura en Seattle, Washington; esta donación de cerca de 100,000 especímenes correspondientes a unas 24,000 especies, incluye caracoles, bivalvos, quitones y escafópodos, colectados en el Pacífico Noroccidental, el Caribe, el Mediterráneo y el Indo-Pacífico; más de 25,000 conchas tienen la localidad de colecta, fecha y otros datos.

Esta lista de recomendaciones no pretende ser un código de conducta para los coleccionistas de conchas ni mucho menos, sino más bien una guía de buenas prácticas para evitar que nuestra afición de coleccionar conchas afecte negativamente a la naturaleza. El coleccionismo de conchas, cuando no se practica con los principios arriba enumerados, puede convertirse en un factor adicional de presión para las poblaciones silvestres de las especies de moluscos y, en algunos casos, en la causa principal del riesgo a la extinción. No queremos contribuir a la extinción de especies que tanto apreciamos.

Eventualmente, algunos coleccionistas como yo, nos gusta coleccionar también conchas que, aunque estén deterioradas, muestran aspectos ecológicos y anatómicos interesantes, por ejemplo, conchas de bivalvos con otros organismos adheridos (ej. balanos), caracoles seccionados que permiten ver la columnela, etcétera.

Si algún coleccionista, como yo mismo, falló en cumplir con alguna recomendación en el pasado, no hay ningún problema, siempre es posible empezar de nuevo y convertirse en un coleccionista responsable y orientado a conservar las mismas especies que tanto admiramos por sus bellas conchas.



Estado de conservación de los moluscos con conchas

Al igual que muchos otros grupos biológicos, numerosas especies de moluscos en todo el mundo están declinando, o ya se han extinguido, por numerosas causas, varias de ellas relacionadas con las actividades de la humanidad en las últimas centurias.

Para el período de 1996 a 2020, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), evaluó a 8,772 especies de moluscos, de las que determinó que 2,275 especies se encontraban amenazadas. Para el año 2022, la Lista Roja de la UICN incluía, a nivel mundial, a 725 especies de moluscos como en peligro crítico (*Critically Endangered*) y a 607 especies como en peligro (*Endangered*)²³.

La Lista Roja de la UICN va siendo actualizada conforme se tiene una mayor información sobre el estado de conservación de las especies. En una consulta de enero 2024, estos fueron los números de especies de bivalvos y caracoles en las distintas categorías:

<i>Categoría</i>	<i>Concepto</i>	Bivalvos (Bivalvia)	Caracoles (Gastropoda)
Extintas <i>Extinct</i> (EX)	Cuando una especie no existe más ni en el medio silvestre ni en cautiverio	32	265
Extintas en el medio silvestre <i>Extinct in the wild</i> (EW)	Cuando una especie solo existe en cultivos o condiciones de cautiverio y que se presume extinta en el medio silvestre	-	16
En peligro crítico <i>Critically Endangered</i> (CR)	Cuando una especie está “críticamente en peligro” cuando se considera que enfrenta un riesgo extremo de extinción.	84	643
En peligro <i>Endangered</i> (EN)	Cuando una especie está “en peligro” cuando se considera que enfrenta un muy alto riesgo de extinción.	71	548
Vulnerables <i>Vulnerable</i> (VU)	Cuando una especie es “vulnerable” cuando se considera que está enfrentando un alto riesgo de extinción en el medio silvestre	62	995
Casi amenazadas <i>Near threatened</i> (NT)	Cuando una especie está “Casi Amenazada” cuando ha sido evaluada y que podría calificar para una categoría de amenazada en un futuro cercano .	32	589

Europa cuenta con una lista roja específicamente para moluscos no marinos²⁴ y terrestres²⁵. Para el caso de los moluscos de las profundidades marinas, se ha propuesto recategorizar a todos los moluscos asociados a las ventilas hidrotermales debido al gran riesgo que representa para su sobrevivencia la minería submarina, una actividad altamente destructiva de la biodiversidad que podría iniciarse en los próximos años²⁶.

²³ IUCN Red List, versión 2002-2.

²⁴ Cuttelod *et al.*, 2011.

²⁵ Neubert *et al.*, 2019.

²⁶ Thomas *et al.*, 2019; Núñez, 2020.

Tomando solamente las categorías “Extintas” y “En peligro crítico”, se observa claramente que son las especies de agua dulce y terrestres las más afectadas en contraste con las marinas:

<i>Categoría</i>	<i>Agua dulce</i>	<i>Marinas</i>	<i>Terrestres</i>	<i>Total</i>
Extintas	109 (34.8 %)	4 (1.3%)	200 (63.9 %)	314
En peligro crítico	345 (47.3)	52 (7.2 %)	331 (45.5 %)	728

Se ha encontrado que los moluscos de agua dulce en ríos y arroyos están más amenazados que aquellos en lagunas o lagos²⁷. Para el caso de México, se han determinado las zonas más importantes en el país (*hotspots*) para la conservación de caracoles de agua dulce²⁸.

Probablemente, los caracoles y bivalvos en mayor peligro de extinción son especies terrestres o de agua dulce, que tienen una distribución muy restringida (micro-endémicos), cuyos hábitats están siendo afectados por las actividades humanas y donde se han introducido especies invasoras de moluscos o de otros animales y plantas que afectan directamente a su sobrevivencia y a sus hábitats.

La situación de los caracoles terrestres y de agua dulce es de gran preocupación a nivel mundial. De acuerdo con Lydeard y colaboradores (2004), de las especies descritas por la ciencia, se estima que hay aproximadamente 24,000 especies de moluscos terrestres (caracoles) y unas 7,000 especies de moluscos de agua dulce (Caracoles y bivalvos); sin embargo, se piensa que hay de 11,000 a 40,000 especies de caracoles terrestres aún no descritas y de 3,000 a 10,000 especies de moluscos de agua dulce que aún esperan ser descritas. El grupo de los moluscos, a nivel global tiene el más alto número de especies cuya extinción ha podido ser documentada desde el año 1500: al menos 260 caracoles y 31 bivalvos. Según estos autores, las islas del Pacífico tienen una considerable diversidad de caracoles terrestres con especies endémicas principalmente; por ejemplo, de las 752 especies de caracoles terrestres del archipiélago de Hawaii, 748 son endémicas, dos tercios de las 94 especies de caracoles terrestres de Samoa son endémicas, y así en muchas otras islas y archipiélagos. Estos autores encontraron que la mayoría de estas especies de moluscos terrestres y de agua dulce están en claros procesos de declinación: de las 750 especies de caracoles terrestres de Hawaii, el 90 % se han extinguido. De igual manera, numerosas especies de mejillones de agua dulce están también declinando en todo el mundo²⁹.

Sin embargo, para los caracoles y bivalvos marinos, también hay factores de presión muy fuertes: la acidificación de los océanos asociada al cambio climático que estamos causando, sitúa a las especies marinas en un futuro comprometido, ya que esta acidificación disminuye la disponibilidad de carbonato de calcio, lo cual afecta a muchos organismos marinos, pero más críticamente a los moluscos que forman conchas. Algunos estudios han revelado que la acidificación está causando que en algunas especies las conchas sean más delgadas y con ello más vulnerables a los ataques de depredadores. Además, se ha propuesto que los moluscos que no puedan migrar a zonas con temperaturas a las que están adaptados, también se verán afectados; esto

²⁷ Böhm *et al.*, 2020.

²⁸ Czaja *et al.*, 2020.

²⁹ Lydeard *et al.*, 2004.

se ha ido observando para el caso del Mediterráneo, puesto que, al ser un mar relativamente cerrado, las posibilidades de migración a aguas más frías son muy pocas³⁰. Se ha planteado utilizar a los propios caracoles como bio-indicadores de la acidificación de los mares por efecto del cambio climático³¹.

Al menos hasta 1995 no se había registrado aún ninguna especie de caracol, bivalvo o nautilo que hubiera sido ubicada como en peligro de extinción debido a la sobre colecta de sus conchas, aunque si se reconocía que algunas especies de moluscos con concha con distribución restringida podrían presentar poblaciones agotadas por este concepto; sin embargo, la información sobre el tamaño de las poblaciones y sobre los niveles de explotación de los moluscos que son aprovechados por sus conchas es muy escasa y por ello es difícil determinar si una especie está siendo sobre explotada. Los moluscos con concha que están en las zonas más accesibles son más propensos a la sobre explotación, y más aún si además de por la concha se le busca por ser su carne una delicadeza gastronómica; tal es el caso, por ejemplo, del caracol rosado o reina *Lobatus gigas* (Strombidae), especie que ha sido sobre explotada en el Caribe por muchos años³².

Desde hace décadas, las conchas de moluscos han sido comercializadas a nivel mundial en volúmenes de cientos de toneladas al año; algunos de los países que han sido principales responsables del suministro de conchas son Filipinas, Indonesia, Japón, Taiwán, Tailandia, Singapur y la India. Los principales importadores han sido EUA, Japón, Taiwán, Canadá y Europa (Reino Unido, Italia y España). Muchas conchas son destinadas a la producción de artículos que utilizan el nácar o la madreperla, así como las perlas, para la industria de fabricación de botones y de artesanías; las conchas trituradas son usadas en la industria de la construcción y en otras industrias.

En Indonesia se ha registrado que las especies de moluscos, aún y cuando estén protegidas por la ley, son intensamente explotadas para satisfacer un mercado creciente de conchas y artesanías elaboradas con conchas³³.

Algunos ejemplos de especies que si han sido afectadas por la sobre colecta son las siguientes³⁴:

- En Madagascar, la ostra perlífera de labio negro *Pinctada margaritifera* (Margaritidae), ha sido intensamente explotada y ahora ha desaparecido en muchos sitios donde antes era abundante.
- Las almejas gigantes *Tridacna gigas* y *T. derasa* (Tridacnidae), están en peligro de extinción en muchas zonas del Indo-Pacífico por haber sido sobre-explotadas por su carne y por sus conchas.
- El tritón gigante *Charonia tritonis* (Ranellidae) y el cauri dorado *Callistocypraea* (*Cypraea*) *aurantium* (Cypraeidae), están amenazadas por sobre-colecta para el mercado de conchas.
- Especies de caracoles con distribuciones muy restringidas como el múrex *Timbellus* (*Pterynotus*) *phyllopterus*, endémico de las Antillas menores, así como diversas especies de cauris de Hawaii, Isla Mauricio y Australia.
- Algunas especies que se han convertido en “raras” por la sobre-colecta son *Lyria deliciosa* (Volutidae), *Cymbiola rossiniana* (Volutidae) y *Ophioglossomabais* (*Lambis*) *violacea* (Strombidae).

³⁰ Albano *et al.*, 2021.

³¹ Marshall *et al.*, 2019.

³² Wood y Wells, 1995.

³³ Nijman, 2019.

³⁴ Wood y Wells, 1995.

La sobre colecta es una presión más que se suma a otras que afectan a la mayoría de los moluscos: tráfico ilegal, pesca de arrastre, destrucción de los hábitat, contaminación, competencia y depredación por especies invasoras y factores asociados al cambio climático (acidificación, incremento de temperatura). De repente parecería que, de continuar así estas presiones, en su conjunto darán lugar a un apocalipsis para muchos moluscos, y quizás también para nosotros.

Para el caso de los nautilus, en particular de la especie más común *Nautilus pompilius* (Nautilidae), y pese a las regulaciones, en Indonesia y Filipinas existe una intensiva captura para el comercio de miles de conchas, tanto a nivel local como para exportar principalmente a EUA, China, Hong Kong, Taiwán y Europa³⁵.

Para evitar la afectación de los moluscos que son colectados por sus conchas, se han propuesto las siguientes medidas³⁶:

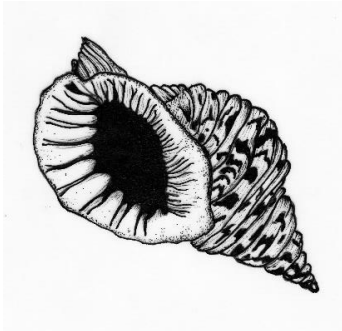
1. Regular los volúmenes de colecta estableciendo las cuotas que con el tiempo y a cada lugar resulten apropiadas³⁷.
2. Prohibir la colecta de especies raras o de distribución muy restringidas.
3. Establecer áreas protegidas en las que no se permita la colecta y se protejan activamente los hábitats.
4. Mejorar los métodos de colecta para las especies que sea permisible, y así hacerla sostenible³⁸.
5. Controlar de manera efectiva las exportaciones y las importaciones de conchas, estableciendo legislaciones adecuadas y fortaleciendo la implementación de la CITES.
6. Implementar el cultivo de especies que se presten para ello, a fin de repoblar y de disminuir la presión sobre las poblaciones silvestres.

³⁵ Freitas y Krishnasamy, 2016.

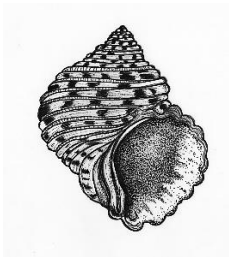
³⁶ Wood y Wells, 1995.

³⁷ Esto implica un monitoreo continuo, tanto de los aprovechamientos como de las propias poblaciones de las especies.

³⁸ Por ejemplo, evitando la colecta de hembras y de juveniles.



Evolución, biología e historia natural



I. Formas, colores, texturas y tamaños.

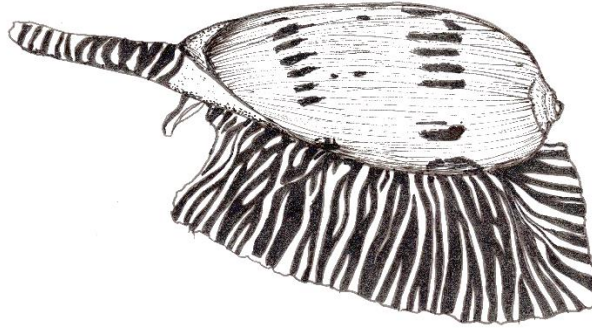
¿Cómo se forman las conchas?

En los moluscos, la concha es la interface entre el cuerpo blando y el entorno, e involucra la deposición de cristales de carbonato de calcio (CaCO_3) en una estructura de macro-moléculas que son secretadas por el manto del molusco, de acuerdo a las instrucciones de los genes. Una malla de proteínas funciona como una estructura en la que se van depositando las moléculas de carbonato. Las conchas más primitivas están formadas por capas de madreperla, que se van formando una sobre la otra, de la misma forma en que se forman las perlas³⁹.

Las perlas son formadas por algunos moluscos como una defensa natural ante la intromisión de un cuerpo extraño, un parásito o una partícula irritante. El molusco encapsula al cuerpo extraño con capas de nácar, sustancia compuesta por plaquetas de aragonito (carbonato de calcio cristalizado) y capas de coquiolina (una proteína compleja). Estas perlas son muy cotizadas para su uso en joyería, y existe toda una ciencia sobre los distintos tipos de perlas, calidades, formas de cultivarlas, etcétera. Las perlas pueden tener distintos tamaños y formas, y van desde el blanco hasta el negro, pasando por el dorado y el azul. Diversas especies producen perlas, pero las principales son las siguientes especies de bivalvos: *Pteria colymbus*, *Pteria sterna*, *Pteria penguin* (Pteriidae), *Pinctada mazatlanica*, *Pinctada margaritifera*, *Pinctada imbricata*, *Pinctada máxima* (Margaritidae) y *Electroma* spp. (Vulsellidae); otros bivalvos pueden también formar perlas. Por ejemplo, las llamadas perlas quahog son producidas por el bivalvo *Mercenaria mercenaria* (Veneridae) y son muy apreciadas por ser raras. El bivalvo *Spondylus* (Spondylidae) también genera ocasionalmente perlas. El caracol *Melo melo* (Volutidae), produce una perla de gran tamaño y tonos anaranjados, pero no está hecha de nácar sino de calcita y aragonito; estas perlas pueden alcanzar precios muy elevados, ya que toma muchos años para

³⁹ Heller, 2015.

que se genere en estos caracoles. Las “perlas cassis” son producidas por el caracol *Cassis cornuta* (Cassidae) y también alcanzan precios muy altos; los abulones *Haliotis* (Haliotidae) también pueden formar perlas. En caracoles que son depredadores de bivalvos que generan perlas, se puede encontrar numerosas perlas de las presas que ingirió.



Caracol *Melo melo*, de acuerdo a una fotografía (I. March Mifsut)

Al iniciarse la formación de la concha, la primera capa en crearse es el perióstraco, que es la capa más exterior; después se deposita una capa mineralizada que le da rigidez a la concha y posteriormente se añade la capa interna. El perióstraco, puede confundir en la identificación de conchas de especies en el que se ha perdido por intemperismo.

El carbonato de calcio es un buen material para la construcción de conchas, ya que es bastante resistente a la corrosión. Desde hace cerca de 500 millones de años, los moluscos usan esta molécula para construir sus conchas. En aguas muy frías y sujetas a altas presiones, las conchas son más susceptibles a la corrosión. Para afrontar esto, han surgido distintas adaptaciones evolutivas; una de las soluciones es la construcción de la concha a partir de la calcita en lugar del aragonito, ya que la primera forma del mineral es un poco más dura. Otra forma de evitar la corrosión de la concha es cubrirla con una capa orgánica o perióstraco.⁴⁰

Las conchas son el esqueleto externo de los moluscos y registran la historia del animal que la generó; cuando se fosilizan, preservan esta historia por cientos de años. El estado de las conchas revela si el animal vivía en fondos arenosos de aguas tranquilas o en sitios rocosos con el constante embate de olas violentas. Es común encontrar en las conchas cicatrices o lesiones causadas por depredadores pero que fueron superadas, y de las que queda registro⁴¹; otras muestran señales de organismos que se incrustaron a su concha. Tomarse el tiempo para “leer” cada concha como una autobiografía del animal que la generó es muy interesante⁴². La frecuencia de las cicatrices o reparaciones en las conchas es un indicador de la presión que causan los depredadores sobre una población de caracoles en un sitio⁴³.

⁴⁰ Vermeij, 1993.

⁴¹ Vermeij, 1993.

⁴² Harasewych y Moretzsohn, 2010.

⁴³ Stafford *et al.*, 2015.

La arquitectura y belleza de las conchas son razones suficientes para admirar la gran diversidad de bivalvos y gasterópodos, pero las conchas nos ofrecen mucho más. Los moluscos crecen poco a poco y su historia individual queda registrada de manera detallada en sus conchas⁴⁴.



Concha de *Phalium flammiferum* (Cassidae)
(I. March Mifsut)



Concha de *Lyncina carneola* (Cypraeidae)
(I. March Mifsut)

El extraordinario biólogo evolutivo experto en conchas de moluscos Geerat Vermeij, ha profundizado en el estudio de las conchas, la evolución y la historia natural de gasterópodos y bivalvos; es un notable ejemplo de superación pues la falta de vista no le ha impedido observar con la inteligencia todo lo que hay detrás de las conchas de los moluscos. Las conchas son estructuras biológicas, y por ello Vermeij reflexiona que el biólogo molecular Sidney Brenner planteó que debemos hacernos tres preguntas fundamentales sobre una estructura biológica: 1) ¿Cómo funciona?, 2) ¿Cómo se construye? Y 3) ¿Cómo evolucionó?

La primera pregunta tiene que ver con la mecánica y la efectividad del diseño; ¿Cuál es la relación entre estructura y función? ¿Qué tan bien funciona la concha de un molusco bajo distintas condiciones? La segunda se relaciona con las reglas del diseño biológico: ¿Cuáles son las reglas bajo las que un organismo individual se desarrolla y crece? ¿Cómo funcionan estas reglas? La tercera tiene que ver con la evolución que está atrás de una concha: ¿Qué factores fueron importantes en el proceso evolutivo? ¿Hasta qué grado una concha refleja esa evolución histórica? ¿Cuándo ocurrieron los cambios evolutivos? ⁴⁵.



La concha de *Monoplex pilearis* (Cymatiidae) tiene una textura rugosa (I. March Mifsut)

⁴⁴ Vermeij, 1993.

⁴⁵ Vermeij, 1993.

Utilizando disciplinas matemáticas, como la Geometría Diferencial, se han encontrado las reglas básicas y las fuerzas mecánicas involucradas en el crecimiento de las conchas de los moluscos, y principalmente de los caracoles; la formación de la concha por el manto del caracol, sigue tres reglas básicas que van dando la geometría de la concha: 1) *Expandir*, depositando más material, en la zona del manto donde ocurre la formación de la concha, que en la iteración previa, generándose así el crecimiento en la dimensión de la concha; 2) *Rotar*, depositando más material en uno de los lados de la abertura causando con ello una rotación de la estructura, y 3) *Torcer*, para que en lugar de una geometría planoespiral se genere una geometría helicoespiral ⁴⁶.

El crecimiento de la concha es un fenómeno que puede ser modelado por ecuaciones matemáticas y que está determinado por los genes de cada especie. Con el tiempo evolutivo, las mutaciones de estos genes van dando lugar a nuevas formas en nuevas especies.

Desde el inicio del crecimiento de un molusco hasta el final, la forma de la concha mantiene su geometría. El ápice o ápex es la parte más vieja de la concha; en términos generales, el caracol sigue una espiral típicamente logarítmica y en términos muy gruesos es un cono que se enrolla sobre sí mismo. El cono simple, la concha planiespiral y la concha coniespiral, pueden dar lugar a múltiples modificaciones de las variables que determinan su geometría. La curvatura de la concha puede ser más cerrada o más laxa; otras variables que pueden tener un gradiente en la geometría de un caracol son la inclinación del eje de enrollamiento y el ángulo apical. Las formas de la apertura de una concha pueden ser circular, elipsoide, elongada, etc. Las conchas pueden enrollarse hacia la derecha (dextrógiras) o hacia la izquierda (levógiras); por mucho, las especies dextrógiras son predominantes. A través de los tiempos evolutivos, surgieron y desaparecieron ramas evolutivas que enrollaban en una o en otra dirección. La torsión de las conchas en los caracoles provee una mayor solidez y resistencia, y por consiguiente una mayor protección⁴⁷. Uno de los caracoles más famosos por enrollarse a la izquierda es *Busycon contrarium* (Bucinidae), que es muy similar a otras especies de *Busycon* que son dextrógiras.

La mayoría de las conchas de los caracoles son dextrógiras, es decir, que enrollan hacia la derecha; pero hay algunas especies levógiras, que enrollan hacia la izquierda, y hay especies en que se presentan ambos tipos de enrollamiento; este es el caso del caracol terrestre de Indonesia *Amphidromus perversus*, que tiene doble quiralidad, es decir, presentan formas tanto dextrógiras como levógiras⁴⁸.

El crecimiento de la concha se da por episodios que quedan reflejados en líneas de crecimiento. Las conchas tienen un crecimiento más rápido en las primeras etapas del desarrollo, así como en las especies que viven en las aguas más calientes y con más nutrientes; en el invierno, el crecimiento de la concha es más lento. En algunos caracoles ocurre el crecimiento episódico de “varices” que en muchas especies se posicionan opuestas a 180°; en el género *Distorsio*, la formación de estas várices está acompañada por una reorientación de la apertura de la concha. En los nautilus, este crecimiento episódico se expresa en la formación de cámaras internas separadas por un *septum*. En muchos caracoles de la Familia Strombidae, en las últimas fases de crecimiento, la concha se proyecta desproporcionalmente creando un labio extendido. En algunos caracoles, ocurre una remodelación interna conforme van creciendo. Mientras que en los artrópodos el exoesqueleto

⁴⁶ Moulton *et al.*, 2018.

⁴⁷ Vermeij, 1993.

⁴⁸ Grande y Zardoya, 2012.

debe ser completamente reemplazado y por ello tener un tiempo de vulnerabilidad mientras el nuevo exoesqueleto se endurece, en los caracoles el animal mantiene su concha y la va aumentando y remodelando conforme va creciendo ⁴⁹.

La concha es una carga para el molusco y su peso puede afectar la velocidad a la que un caracol o un bivalvo se pueden mover; el peso de una concha se determina por la cantidad de proteínas orgánicas que tiene y por supuesto por el tamaño en proporción a las partes blandas del animal.⁵⁰

Forma y función: El dictado de la evolución

Se puede pensar en las conchas como si fueran casas; su construcción, reparación y mantenimiento requieren energía y tiempo, es decir, se relacionan directamente con la economía del organismo que la produce. Pero una concha es más que una casa; también es un medio de transporte adaptado a algún tipo de locomoción; en ocasiones, una concha es también una trampa para presas y un arma ofensiva de ataque, una señal para atraer a la pareja, e incluso un invernadero para cultivar células vegetales de las que se alimenta el propio animal. Las conchas reflejan las marcas de la geografía y la historia por las que han pasado. Los “costos de construcción” varían según el sitio, el tipo de hábitat, el tipo y abundancia de los depredadores, la disponibilidad de alimento y muchos otros factores. Por ello, es muy importante analizar la relación costo/beneficio que implica cada tipo de concha. El costo está determinado por el tiempo y energía que se invierte para formar y mantener la concha; el beneficio, es decir, el “éxito de la inversión”, se mide en términos de sobrevivencia y de lograr reproducirse. El tiempo y energía dedicados a construir la concha, son restados a los dedicados a otras funciones. Además, el caracol debe invertir en el mantenimiento y reparación de la concha ante los daños causados por la intemperie y los intentos de ataque de los depredadores ⁵¹.

Las ventajas adaptativas de las conchas de caracoles y bivalvos son relativamente fáciles de interpretar cuando observamos las formas, texturas y grosores; más no es tan claro identificar el papel adaptativo de las coloraciones de las conchas. En ocasiones, como en el caso de las “porcelanas”, la concha queda cubierta por el manto cuando el cuerpo blando del caracol está fuera de la concha.

Cada especie de caracol o bivalvo tiene una geometría y una configuración específicas en lo que se refiere al peso, tamaño, resistencia y coloración de su concha, la proporción de la apertura por la que ingresa el cuerpo blando, la presencia y tipo de opérculo, las ornamentaciones de la concha, etc.

El grosor de la concha está directamente relacionado con la profundidad a la que vive un molusco; esto permite soportar la enorme presión de la columna de agua en aguas profundas. En diversas especies de caracoles llega un punto en que la concha deja de crecer en tamaño, pero va incrementando su grosor.

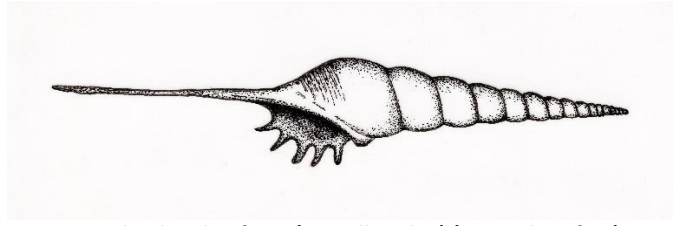
Se piensa que, en los caracoles con conchas largas o elongadas como podría ser el caso de *Tibia fusus*, el largo de la concha pudiera ofrecer una ventaja al poder detectar a un depredador potencial que ataque por la retaguardia, con tiempo suficiente para ingresar el cuerpo blando al interior de la concha. La concha de *Tibia*

⁴⁹ Vermeij, 1993.

⁵⁰ Vermeij, 1993.

⁵¹ Vermeij, 1993.

fusus (Rostellariidae), tiene un largo canal sifonal que le permite enterrarse en la arena y el sifón puede salir protegido por la propia concha para poder llevar agua a las branquias⁵².



Concha de *Tibia fusus* (Rostellariidae) (I. March Mifsut)

Una de las mejores maneras de tratar de imaginar el valor adaptativo de las conchas de los moluscos, sus arquitecturas, formas, dimensiones, ornamentaciones, colores y texturas, es “poniéndose en el lugar de la especie” y conociendo sus hábitos, distribución, depredadores y ecología, y así tratar de explicarse sus características.

Durante su evolución, han surgido especies de caracoles con conchas que van desde 1 mm de longitud hasta más de un metro.

Para identificar las distintas formas de los caracoles, se han propuesto las siguientes denominaciones⁵³:

- Hiper-enrollado (Ej. *Mitra mitra*).
- Estrombiforme (Ej. *Harpago chiragra*).
- Turbiniforme o con forma de turbante (Ej. *Turbo*).
- Convoluta (Ej. *Cypraea*).
- Espinosa fusiforme (Ej. *Chicoreus*).
- Fusiforme (Ej. *Pleuroploca*).
- Conoidal (Ej. *Conus*).
- Discoidal (Ej. *Architectonica*).
- Turriculada (Ej. *Terebra*).
- Ovoide (Ej. *Oliva*).
- Involuta (Ej. *Cypraeacassis rufa*).
- Con enrollamiento irregular (Ej. *Siliquaria ponderosa*).
- Vulcanoide (Ej. *Lapas*).
- Planiespiralada (Ej. *Abulones*).

Hay cerca de 20 tipos estructurales de conchas en los caracoles; en general, las familias más antiguas presentan estructuras más complejas en sus especies tropicales.

Los caracoles con conchas más ornamentadas y con mayor número de adaptaciones especializadas son los que viven en el mar y particularmente los de aguas tropicales; las conchas de los caracoles terrestres y de agua dulce son mucho menos ornamentadas y con estructuras más sencillas. Quizás lo anterior pueda deberse a

⁵² Abbott, 1982.

⁵³ Fryda, 2005.

alguno de estos factores: 1) las especies marinas han tenido una evolución más prolongada, 2) Comparativamente, hay mayor diversidad de depredadores en los ambientes marinos.



**Concha de *Clanculus puniceus* (Trochidae)
(I. March Mifsut).**

Los moluscos que viven en las zonas intermareales deben enfrentar el golpeteo constante de las olas. El mar ejerce distintos tipos de presiones en todas direcciones; unas que pueden arrancar a los organismos fijados y otras que los pueden aplastar y romper. Las conchas presentan características que tienen que ver con la mecánica de fluidos. Caracoles con conchas planas como los abulones (Haliotidae), o las lapas del género *Lottia* (Lottiidae) o *Patella* (Patellidae), presentan poca resistencia al empuje de las olas y las corrientes, y además tienen una mayor superficie de fijación al sustrato ⁵⁴.

Los caracoles que viven en la parte baja de la zona intermareal⁵⁵, tienen conchas más gruesas que aquellos que viven en la parte alta; este patrón obedece a que en la parte baja hay una mayor presión por los depredadores como los cangrejos⁵⁶.



La concha de *Nerita scabricosta* (Neritidae) es de gran dureza y esto le permite soportar el duro golpe del oleaje contra las rocas (I. March Mifsut).

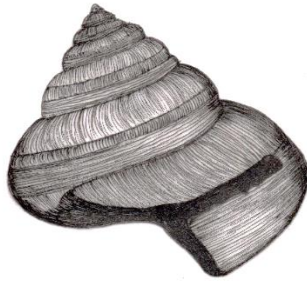
⁵⁴ Vermeij, 1993.

⁵⁵ La zona intermareal es la parte del litoral situada entre los niveles conocidos de la marea alta y la marea baja.

⁵⁶ Heller, 2015.

Para el caso de los caracoles de agua dulce o terrestres, tienen prácticamente dos tipos generales de conchas: 1) conchas poco espiraladas y lisas, y 2) conchas muy espiraladas tipo *Turritella*.

La Familia de caracoles Pleurotomariidae, conocidos con el término en inglés “*slit shells*”, se caracteriza por presentar en su concha una abertura que corre con la espiral; esto les da la ventaja de tener una expulsión más eficiente del agua de desecho de la cavidad del manto⁵⁷.



Concha de *Bayerotrochus* sp.
(Pleurotomariidae) (I. March Mifsut)

La concha de *Aporrhais pespelecani* (Aporrhaidae) recuerda la pata de un pelícano; esta Familia tiene solo un género y 5 especies vivas, aunque existen otras especies fósiles que datan del Jurásico⁵⁸. *Aporrhais* puede habitar hasta los 2,000 m de profundidad⁵⁹.

Hay caracoles que tienen formas caprichosas que se confunden con otros organismos como los gusanos tubícolas; este es el caso de *Thylacodes oryzatus* (Vermetidae) cuya concha consiste en un tubo de carbonato de calcio que en el juvenil se encuentra adherida a un sustrato duro; en el estado adulto, el animal se despega. Algunas especies de esta familia son coloniales como *Petalconchus varians*, pero *T. oryzatus* es solitario⁶⁰. Los miembros de la superfamilia Vermetoidea, tienen conchas tubulares que difícilmente recuerdan a un caracol; se alimentan por filtración de plancton y partículas suspendidas⁶¹.

Las conchas de los caracoles de la Familia Calyptraeidae, tienen simetría bilateral e incluyen a los llamados sombreros chinos; algunas especies tienen un cono que surge al interior de la concha, mientras que otras tienen un *septum* interno en lugar del cono, por lo que se les llama “caracoles de pezuña”. Algunos de estos caracoles se adhieren a las conchas de otros. *Crepidula* es un género común de esta familia⁶².

Las conchas de los caracoles adultos de la Superfamilia Cypraeoidea, tienen forma de domo y no muestran las circunvoluciones que tienen durante su crecimiento, ya que quedan ocultas por dentro de la última circunvolución; debido a su apariencia pulida, estas conchas han sido colectadas por numerosas culturas a lo largo de la historia. Los antiguos romanos identificaban la similitud de la apertura de la concha con la vagina de la mujer, por lo que llamaron a este tipo de conchas como “concha venérea”. Los científicos llamaron después

⁵⁷ Abbott, 1982.

⁵⁸ Harasewych y Moretzsohn, 2010.

⁵⁹ Heller, 2015.

⁶⁰ Harasewych y Moretzsohn, 2010.

⁶¹ Heller, 2015.

⁶² Heller, 2015.

a este tipo de conchas como “las de *Cyprus*” ya que este era el nombre de la isla de Afrodita, la diosa griega del amor. Los hindúes les llamaron “kauri”, y de ahí viene la palabra en inglés “cowry”. Estos caracoles tienen un manto muy amplio con dos “alas” que se extienden y cubren la mayor parte de la concha, previniendo con ello que otros organismos se fijen a la concha. Por esta razón los cauris son también llamados “porcelanas”, por el brillante aspecto de sus conchas que han estado protegidas por el manto. El color y textura del manto en estos caracoles, brinda en algunas especies un buen camuflaje. En los cauris, el manto no cubre totalmente la concha y la porción que queda sin cubrir se le llama “marca del manto”, la cual es distinguible en algunas especies; al cubrir el manto a la concha, esta recibe un recubrimiento de una sustancia similar a una laca que es la que le da una apariencia brillante. Los cauris son de actividad nocturna y durante el día se ocultan entre rocas y huecos del fondo ⁶³.



Concha de cauris tigre *Cypraea tigris* (I. March Mifsut)

La forma, color y diseño de una concha tiene que ver también en como el molusco administra la temperatura y la humedad; ciertas formas y colores permiten absorber menos calor y otras permiten irradiar mejor el calor absorbido. Las conchas de caracoles que por los cambios de mareas pueden quedar expuestos al sol, pueden ser muy cónicas y con la espiral muy vertical; con esto, la incidencia perpendicular de los rayos del sol sobre la concha es menor ⁶⁴.

Las conchas de los caracoles terrestres son mucho menos diversificadas y ornamentadas, y la mayoría mantiene un mismo patrón en su configuración.



***Lysinoe ghiesbreghti* (Xanthonychidae);
caracol terrestre (I. March Mifsut).**



***Ryssota otaheitana* (Chronidae);
caracol terrestre (I. March Mifsut).**

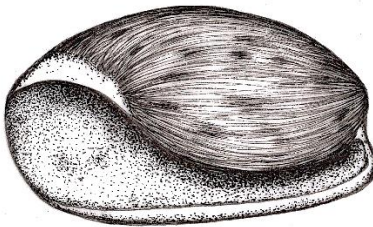


***Cornu aspersum* (Helicidae); caracol
terrestre (I. March Mifsut).**

⁶³ Heller, 2015.

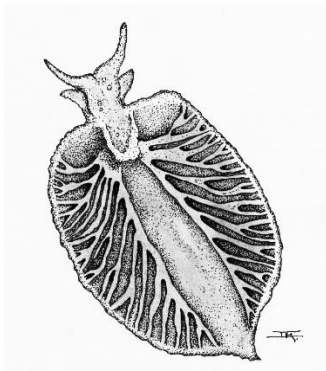
⁶⁴ Vermeij, 1993.

Los opistobranquios (Infraclass Opisthobranchia), son gasterópodos conocidos popularmente como “babosas de mar”, que evolucionaron de tal manera que utilizan la defensa química en lugar de la protección mecánica que les ofrecían las conchas. En este grupo de gasterópodos, la concha está muy reducida o definitivamente no existe. Mientras que se estima que hay más de 34,000 especies de gasterópodos con concha, hay sólo unas 6,000 especies de opistobranquios. Hay especies herbívoras y también carnívoras. Dentro de las babosas de mar, están las llamadas babosas con escudo o caracoles burbuja (Orden Cephalaspidea), son babosas primitivas que aún presentan reminiscencias de conchas; algunos géneros de este grupo son *Acteon*, *Hydatina*, *Atys* y *Bulla*. En el caso de *Bulla*, tiene una concha más sólida y permite que el animal se pueda refugiar en su interior. Por otro lado, están las llamadas “mariposas de mar” (Orden Thecosomata), que son babosas adaptadas a vivir en la columna de agua; muchas especies como *Carolinia*, tienen una concha delgada de tipo globular y pasan su vida migrando de la superficie a las profundidades⁶⁵.



Concha de *Bulla* sp. (I. March Mifsut)

Una babosa que es un caso especial digno de mencionarse es *Elysia chlorotica* (Placobranchidae); es un molusco que prácticamente puede vivir de la fotosíntesis, el sistema de las plantas para obtener energía a partir de la luz del sol. Comúnmente es conocida como “esmeralda oriental”. Se distribuye en la costa Este de América del Norte y fue descrita como especie por primera vez por Augustus A. Gould en 1870.



Elysia chlorotica (Opisthobranchia), es una babosa marina que puede utilizar cloroplastos (I. March Mifsut).

Lo que hace extraordinario a este molusco sin concha, es el hecho de que al alimentarse del alga *Vaucheria litorea*, extrae sus cloroplastos y los almacena vivos en las células de los divertículos digestivos. *E. chlorotica* tiene una rádula con dientes especializados que le permiten “punzar” los tejidos del alga para luego absorber su fluido interior con los cloroplastos intactos. Esta asimilación de los cloroplastos se denomina “cleptoplastia”, literalmente el robo de plastos o plásmidos. Ya dentro del molusco, los cloroplastos se mantienen funcionales y, a través de los azúcares que se producen en el proceso de la fotosíntesis, le proveen energía al opistobranquio hasta por 8 meses aún y cuando no pueda tener otro alimento. En términos prácticos, es un animal que puede sobrevivir gracias a la fotosíntesis que realizan los cloroplastos que ingirió⁶⁶.

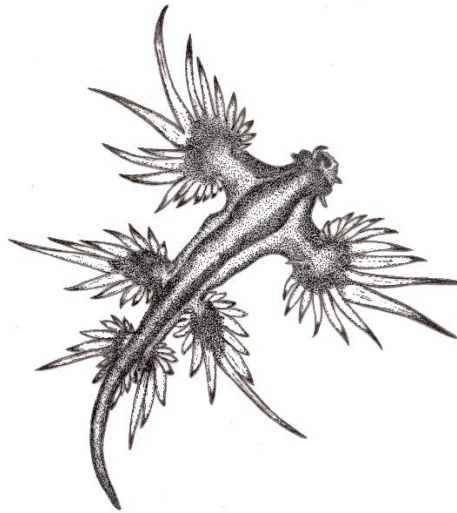
⁶⁵ Heller, 2015.

⁶⁶ Mújer *et al.*, 1996.

Pierce y sus colaboradores⁶⁷, descubrieron que no solo roba los cloroplastos de las algas que consume como alimento, sino que el molusco ha incorporado genes del núcleo celular del alga a través de una “transferencia horizontal de genes” (o HGT por sus siglas en inglés), genes que son necesarios para la producción de la clorofila. Hay evidencia de que a nivel molecular hay una transcripción activa de los genes del cloroplasto algal en el hospedero animal. Otras especies del Suborden Sacoglossa, como *Costasiella kuroshimae*, *C. ocellifera*, *Elysia tímida*, *Elysia viridis*, *Placida* sp., *Oxyhoe* sp. y *Plakobranchus ocellatus*, también presentan cleptoplastia⁶⁸.

Elysia chlorotica mide de 3 a 6 cm de longitud; el juvenil es de color café o gris, pero conforme va asimilando cloroplastos va tomando el color verde típico de los adultos, el cual le permite mimetizarse entre las algas en que habita. Eventualmente, la babosa se expone a la luz solar para ser convertida en energía por los cloroplastos incorporados. Pienso que, de alguna manera, esta simbiosis intracelular en *Elysia chlorotica* respalda la genial teoría de la endosimbiosis de Lynn Margulis⁶⁹.

Dentro de los opisthobranchios, están los nudibranchios o “liebres de mar” (Nudibranchia), que por muchos son considerados como las “mariposas” de los océanos, ya que presentan formas y colores en una diversidad extraordinaria de gran belleza.



**Nudibranchio *Glaucus atlanticus* (Glaucidae) (l.
March Mifsut)**

⁶⁷ Pierce *et al.*, 1999.

⁶⁸ Ros y Rodríguez, 1985.

⁶⁹ Margulis, 1971.

Colores de las conchas

Los patrones y tipos de coloración de las conchas están dados por células glandulares que secretan pigmentos como la melanina y las porfirinas, las cuales son absorbidas por el carbonato de calcio de la concha, inmediatamente después de que se han depositado y antes de que se endurezca⁷⁰.

Algunos caracoles y bivalvos no presentan coloración alguna, sin embargo, muchos otros sí. Muchas conchas tienen patrones de coloración externa en el *periostracum* o periostraco, la capa orgánica más externa o en la propia concha. Los colores y sus patrones son resultado de la selección natural por representar una ventaja adaptativa. El periostraco es una capa que puede recubrir la concha, y que además de contribuir al camuflaje, puede proteger al caracol del ataque de microorganismos o a que se le peguen animales sésiles⁷¹ sobre la concha. Uno de los grandes desafíos del naturalista es entender el valor adaptativo de los patrones de coloración de las conchas. La coloración de las conchas muchas veces refleja los hábitos biológicos de la especie. En muchas ocasiones el periostraco es de un color muy diferente al de la concha verdadera, y esto puede confundir a quien busca identificar a una especie con esta particularidad.

En el *Conus litteratus*, al ver las manchas de la concha, puede notarse que como que hay una pigmentación fuerte y luego, conforme la concha crece, la pigmentación se va “corriendo” o difuminando, como si las células pigmentadoras van dejando de “entintar” la concha conforme esta crece; ver estos detalles puede ayudar a entender la manera en que una concha se va pigmentando a través del tiempo.



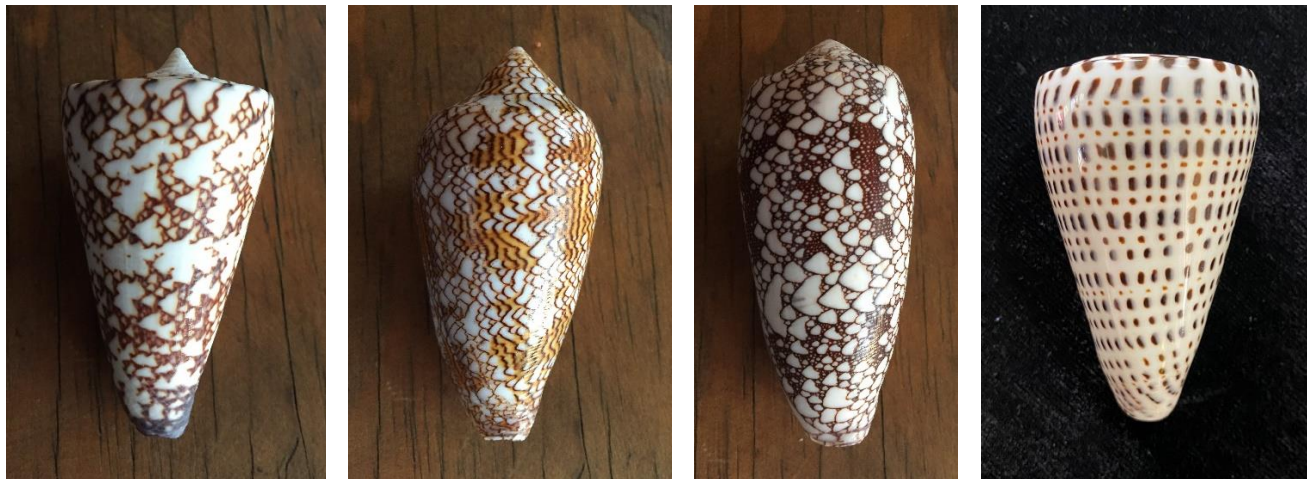
Concha de *Conus litteratus* (D. Gutiérrez Carbonell)

La coloración de las conchas puede ofrecer distintas ventajas adaptativas que incrementan la probabilidad de supervivencia de cada especie. Por una parte, la coloración en las distintas etapas de crecimiento del caracol puede cambiar y contribuir al mimetismo o a un camuflaje que resulta ventajoso.

⁷⁰ Heller, 2015.

⁷¹ Sésil: dicho de un animal que se fija al sustrato, como los balanos, anémonas y ostras.

La coloración también puede tener efectos de “simulación” de espículas o dientes que puede amedrentar a un depredador, o puede crear un efecto de confusión visual como se le ha atribuido a las rayas de las cebras.



Distintas especies de caracoles (*Conus*) y bivalvos, presentan patrones de coloración que simulan espinas o dientes, lo cual puede amedrentar a algunos depredadores (I. March Mifsut; D. Gutiérrez Carbonell).



Lioconcha castrensis (Veneridae) (I. March Mifsut).

Algunas especies tienen coloraciones bastante intrincadas; este es el caso de *Leporicypraea* (*Cypraea*) *mapa* (Cypraeidae), cuyo patrón de coloración recuerda a un mapa antiguo y quemado, o se asemeja al curso de un río con recodos y vórtices.⁷²

⁷² Harasewych y Moretzsohn, 2010.



Concha de *Leporicypraea* (*Cypraea*) *mapa* (I. March Mifsut)



El caracol *Calyptraea chinensis* (*Calyptraeidae*) por su forma es llamado sombrero chino (I. March Mifsut).



Vittina (*Neritina*) *waigiensis* (*Neritidae*) es una especie de agua dulce llamado caracol Picasso (I. March Mifsut).



Natica tigrina es un caracol carnívoro del Mar Rojo y del océano Índico (I. March Mifsut).



Cymbiola vespertilio (*Volutidae*) tiene un patrón de coloración interesante; las manchas aparentan murciélagos volando (I. March Mifsut)



La concha de *Oliva porphyria* (*Olividae*), por su belleza, es de las más buscadas por los coleccionistas (I. March Mifsut)

Defensas efectivas

Los métodos de los depredadores para alimentarse de los moluscos con concha son muy variados: un caracol o un bivalvo puede ser tragado por completo, envuelto y sofocado, lanzado desde el aire, cortado para abrirlo, aplastado, perforado, arponeado, envenenado, parasitado o mordisqueado; pero antes, el depredador debe detectar a su presa, reconocerla y atraparla. Muchos moluscos están bien adaptados para evitar que sean detectados por depredadores. Algunos depredadores detectan a sus víctimas por medio de la visión; otros, como los caracoles carnívoros y los equinodermos, detectan los rastros químicos que dejan sus presas. Por su parte, los cangrejos pueden percibir vibraciones causadas por el movimiento de sus presas⁷³.

La primera línea de defensa es evitar ser detectado; es una verdadera batalla de sentidos entre la presa y el depredador. Muchas conchas tienen una apertura con un canal sifonal que contribuye a proteger la probóscide, la cual tiene receptores químicos y a veces ojos que permiten detectar a un depredador potencial a cierta distancia. En los caracoles de la Familia Strombidae, hay una muesca detrás del canal sifonal, en el labio exterior, que protege a los ojos, aún y cuando el pie esté retraído parcialmente dentro de la concha⁷⁴.

Las defensas de los caracoles corresponden a las capacidades de los depredadores que los acechan; por otra parte, el medio acuático impone desafíos con respecto a la locomoción, el intercambio de gases y la pérdida y ganancia de calor, mientras que la fuerza de gravedad en el agua tiene un menor efecto en los moluscos por su flotabilidad en contraste con los animales terrestres. Para el caso de los gasterópodos, las adaptaciones que funcionan como defensa ante los depredadores, son mucho más especializadas en el mar que en el medio terrestre o en el agua dulce⁷⁵.

Una condición necesaria para que la selección natural favorezca a una presa, es que los ataques de los depredadores fallen en uno o más pasos en los procesos de localizar a la presa, capturarla o darle muerte. Adicionalmente, las presas presentan diversas adaptaciones para sobrevivir a los depredadores, desarrollar tasas reproductivas altas y superar la tasa de mortalidad. Todo ello, les permitirá prosperar como especie⁷⁶.

Las conchas de los moluscos son la principal protección para evitar ser comido por un depredador; Es un envoltorio muy duro que requiere de adaptaciones en los depredadores como dientes poderosos, fuerza de presión, armas químicas, perseverancia e inteligencia.

Posiblemente, algunas especies fueron seleccionadas favorablemente al engrosar sus conchas en sus primeras fases de desarrollo; esto les permitió contar con una poderosa fortaleza difícil de triturar por los depredadores potenciales.

La forma general de la concha de un caracol marino nos dice muchas cosas que podemos interpretar; La parte con el ápice en donde inicia la espiral, es la retaguardia del caracol cuando se desplaza y también la superficie expuesta más resistente ante el ataque de un depredador; esto también le da un diseño hidrodinámico que facilita el desplazamiento del caracol. Si la concha tiene proyecciones, estas ayudan a proteger. Hay varias “líneas de defensa” que el depredador debe ir sorteando hasta llegar al opérculo, que es la última defensa.

⁷³ Vermeij, 1993.

⁷⁴ Vermeij, 1993.

⁷⁵ Vermeij, 2015.

⁷⁶ Vermeij, 2015.

La apertura de la concha de un caracol es una vía más que obvia por la que podría introducirse un depredador. Varios tipos de adaptaciones obstaculizan la libre entrada por la abertura; algunas especies reducen al mínimo el tamaño de la abertura en la concha; otras desarrollan proyecciones que evitan una circunferencia libre. Una adaptación muy frecuente es el desarrollo de un opérculo que cierre la apertura e impida la penetración del depredador⁷⁷. Muchos caracoles tienen opérculos calcificados muy sólidos⁷⁸. La angosta abertura de los *Conus* (Conidae), posiblemente contribuye a disminuir su vulnerabilidad por esta entrada.

Muchos bivalvos tienen conchas gruesas, costillas radiales, espinas proyectadas y valvas corrugadas que les otorgan protección efectiva contra muchos depredadores; por otra parte, algunos bivalvos desarrollan poderosos músculos abductores que impiden que las valvas sean abiertas por la fuerza, por ejemplo, de un pulpo, o bien presentan charnelas con numerosos dientes que impiden que las valvas sean desplazadas por el depredador⁷⁹.

Tanto en los caracoles como en los bivalvos, la concha es la principal protección contra los ataques de los depredadores, al dar refugio a las partes blandas y vulnerables. En los bivalvos, la concha consiste en dos valvas rígidas que pueden abrirse y cerrarse, y además de la protección también están involucradas en la locomoción; al igual que en los caracoles, las conchas de los bivalvos ganan una mayor resistencia cuando desarrollan “costillas”, y una mayor protección cuando hay “espinas” o nudos en la arquitectura de la concha⁸⁰. Es interesante que la formación de proyecciones o espinas y costillas en la concha se puede estimular por la presencia de químicos secretados en el agua por depredadores como los cangrejos; de igual manera, señales químicas liberadas por congéneres que han sido depredados o dañados por los depredadores, también pueden estimular el reforzamiento de la concha, o bien inducir al caracol de abandonar el lugar⁸¹.

Los depredadores de caracoles usan distintas tácticas para alimentarse de sus presas: a) La ingestión completa del caracol (varios caracoles tienen conchas y otras defensas para no permitirlo), b) Acceder al cuerpo blando por la apertura de la concha (los opérculos pueden impedirlo si son fuertes y robustos), c) Perforar la concha, d) Romper y triturar la concha, y e) Depredar parcialmente a la presa. Antes de encontrarse a la presa, la depredación implica una identificación de la presa potencial y después su sometimiento. Desde la perspectiva de la presa, la respuesta implica tres pasos: 1) Reconocer el peligro, 2) Intentar escapar y 3) Resistir al ataque. Las adaptaciones alrededor del fenómeno de la depredación ocurren tanto en el depredador para conseguir el éxito, como en la presa para sobrevivir al ataque. Tanto los depredadores como las presas requieren de capacidades sensoriales para detectar a la otra parte. Los caracoles que son depredadores usan la detección química y visual, y presentan adaptaciones que a su vez disminuyen la probabilidad de ser detectados por las presas, por ejemplo, permaneciendo inmóviles o desplazándose muy lentamente. Por su parte, las presas pueden depender de su camuflaje y de una baja actividad química o metabólica, pero esto puede acortar sus tiempos para buscar alimento o reproducirse. Un tamaño pequeño y una movilidad lenta pueden ser adaptaciones que favorecen a algunas especies de caracoles a ser menos conspicuas⁸².

⁷⁷ De acuerdo con Vermeij (1993), algunos ammonites presentaban opérculos.

⁷⁸ Vermeij, 1993.

⁷⁹ Vermeij, 1993.

⁸⁰ Sälgeback, 2006.

⁸¹ Heller, 2015.

⁸² Vermeij, 2015.

Los caracoles de la Familia Turbinidae, carecen de respuestas de escape a depredadores potenciales, lo cual indica que el opérculo calcificado tiene una función pasiva de protección que les resulta indispensable para sobrevivir. En contraste, los caracoles de la Familia Trochidae, presentan un opérculo flexible más vulnerable, pero presentan respuestas de huida ante la aproximación de los depredadores⁸³.

Vermeij ha presentado evidencias de que los gasterópodos han desarrollado diversas adaptaciones para evitar que los depredadores rompan las conchas que los protege, y también ha propuesto que en buena medida ha sido la intensidad de depredación por cangrejos la pudo haber impulsado estas adaptaciones evolutivas de manera distinta en cada región oceánica; los cangrejos y los peces son los principales depredadores que rompen las conchas de los caracoles⁸⁴.

La depredación por aplastamiento de las conchas por cangrejos, ha sido un proceso de coevolución, tanto en el diseño de la concha de los caracoles como en el diseño de las tenazas de los cangrejos; esta evolución ha favorecido en los caracoles, conchas más gruesas y con mejores defensas (espinas, nodos, etc.).⁸⁵ Cuando un cangrejo no puede aplastar la concha con la fuerza de su tenaza, este va “pelando” o descascarillando la concha poco a poco; en ambas técnicas el cangrejo posiciona al caracol de una manera especial para tener el mayor apoyo posible. En ocasiones también puede romper la punta apical o ápice. Las conchas con aperturas muy estrechas dificultan la técnica de “pelar” la concha pues no le permiten al cangrejo introducir el “molar” dactilar de su tenaza. Caracoles y cangrejos han ido coevolucionando en una larga historia evolutiva⁸⁶.

Cangrejos como los de los géneros *Carpilius* (Carpiliidae) y *Eriphia* (Eriphiidae), son rompedores de conchas. Si todas las conchas de moluscos atrapados por cangrejos se rompieran, entonces la función de las conchas no tendría ningún valor adaptativo y con el tiempo desaparecerían. Por ello, el fallo por parte de los depredadores en romper algunas conchas es un factor positivo de selección natural; los individuos con conchas vulnerables o no resistentes mueren y no se reproducen. Son las presiones de los propios depredadores las que seleccionan las mejoras que se van desarrollando en las conchas de los moluscos a través de la evolución. Por ello, el éxito o fallo de los ataques de los depredadores hacen que prosperen, o no, cambios en la estructura, diseño o consistencias de las conchas⁸⁷.

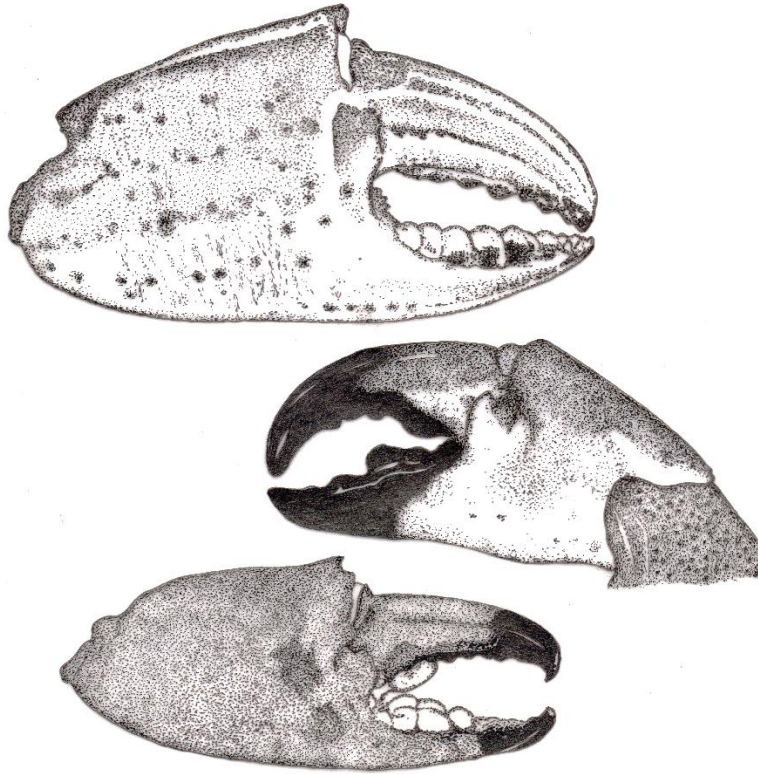
⁸³ Vermeij y Williams, 2007.

⁸⁴ Vermeij, 1974; Palmer, 1979.

⁸⁵ Bertness y Cunningham, 1981.

⁸⁶ Bertness y Cunningham, 1981.

⁸⁷ Vermeij, 1993.



Tenazas de distintas especies de cangrejos (I. March Mifsut).

El grosor de la concha sin duda es un factor de defensa importante; moluscos con conchas delgadas son fácilmente depredados por animales que pueden hacer la presión suficiente para romperlos. Las rayas son importantes depredadores de los caracoles, así como los peces globo (*Diodon*) y los peces cofre (*Arothron*), que depredan a caracoles de talla pequeña por lo que pueden aplastar las conchas con sus mandíbulas; al menos 142 especies de peces depredan a los caracoles por aplastamiento de sus conchas; en los mares tropicales hay un mayor número de especies de peces que depredan caracoles por aplastamiento de sus conchas, y también hay más especies de caracoles que tienen conchas con proyecciones o nodos, por lo que se cree que la “arquitectura espinosa” es resultado de la presión por muchos depredadores⁸⁸. Los peces loro (*Scarus*) son también depredadores de caracoles⁸⁹.

El camarón mantis *Odontodactylus scyllarus* (Odontodactylidae), un crustáceo del Orden Stomapoda, puede romper conchas con poderosos golpes por cavitación⁹⁰ de un brazo retráctil que actúa como martillo; por eso también se le llama camarón “pistola”. Se dice que su golpe alcanza una velocidad de más de 80 km por hora. Por su parte, los cuervos, una de las especies más inteligentes en el grupo de las aves, atrapan bivalvos con sus

⁸⁸ Palmer, 1979; Bertness y Cunningham, 1981.

⁸⁹ Bertness y Cunningham, 1981.

⁹⁰ La cavitación es la formación de miles de burbujas que implosionan de manera concentrada sobre la superficie que se está aplicando la fuerza.

picos y los dejan caer desde las alturas sobre las piedras para romper sus conchas y poder así comer el cuerpo blando.

El opérculo es una placa de carbonato de calcio que se desarrolla en el pie del caracol y tiene la función de obturar la abertura de la concha cuando el cuerpo blando se retrae a su interior, siendo una “puerta” que impide el acceso a los depredadores por la vía más vulnerable. Los opérculos tienen distintas formas, tamaños y colores, y pueden ayudar a identificar la especie de un caracol. Muchos caracoles presentan opérculos muy robustos o duros que ayudan a proteger el cuerpo blando cuando se mete al interior de la concha. El opérculo del *Turbo marmoratus* es realmente notable por ser de una dureza y grosor enormes.

Los depredadores, por evolución, han desarrollado diversos métodos para tratar de extraer a los moluscos de sus conchas: 1) ingiriendo al animal completo, 2) penetrando a través de la apertura, 3) rompiendo la concha y 4) perforando la concha. Varios depredadores que ingieren al animal completo digieren los tejidos blandos y luego expulsan la concha vacía; caracoles carnívoros como los de la Familia Volutidae, pueden ingerir a moluscos completos. Otros caracoles carnívoros introducen su probóscide por la apertura de la concha o entre las valvas sin romper las conchas, y usan venenos o anestésicos antes de la digestión de los tejidos blandos⁹¹.

Estrellas de mar como *Evasterias troschelii* (Asteriidae), tienen una gran fuerza y pueden separar las conchas de los bivalvos venciendo al músculo abductor. Caracoles como *Busycon* y *Fasciolaria*, también usan la fuerza para abrir las valvas. La depredación de caracoles por penetración o invasión por la abertura de la concha es un evento más lento⁹².

En ocasiones, algunos moluscos desarrollan conchas que presentan una o más partes filosas, lo cual puede provocar algún daño en depredadores que, como los pulpos, manipulan las conchas para comer el cuerpo blando. La concha de *Tricornis sinuatus* (Strombidae) presenta un labio muy filoso que puede provocar un profundo corte a un pulpo que lo manipule.

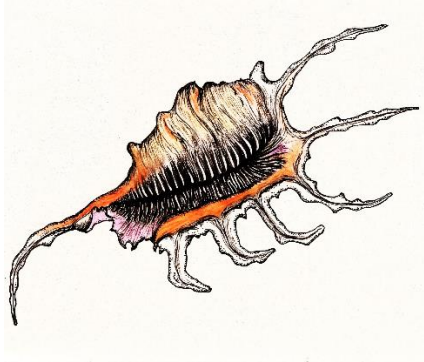
Las conchas de caracoles con proyecciones o “espinas” o “nudosidades”, reducen la susceptibilidad de que la concha pueda romperse por los depredadores, de al menos cuatro formas diferentes:

- 1) Aumentan el diámetro efectivo de la concha y con ello, dificultan la manipulación para el depredador.
- 2) Distribuyen la presión sobre una mayor área de la concha.
- 3) Ubican la presión en las partes más gruesas de la concha.
- 4) Incrementan la posibilidad de que el depredador se dañe⁹³.

⁹¹ Vermeij, 1993,

⁹² Vermeij, 1993.

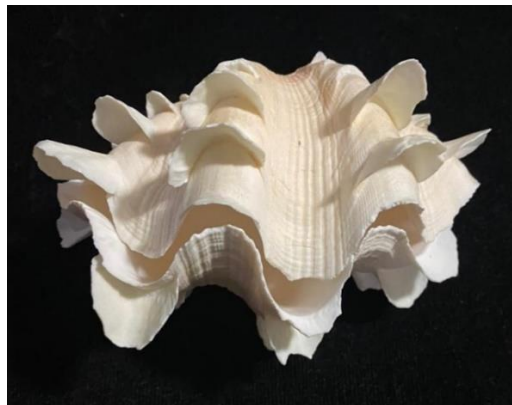
⁹³ Palmer, 1979.



La concha de *Lambis scorpius* se caracteriza por tener largas espinas que contribuyen a su protección (I. March Mifsut).



Cymatium lotorium presenta nudosidades que hacen de su concha una muy robusta y dura (I. March Mifsut).



Las valvas de *Tridacna squamosa* tienen proyecciones que contribuyen a su protección (D. Gutiérrez Carbonell).

Se ha observado que, en los mares tropicales, la abundancia y diversidad de peces adaptados para aplastar con sus mandíbulas a los caracoles es mayor, y esa mayor presión de depredadores, quizás explica que las conchas con espinas y nudosidades, que disminuyen de manera efectiva la depredación por aplastamiento por las mandíbulas de los peces, sean también más frecuentes en las especies de caracoles y bivalvos tropicales⁹⁴.

⁹⁴ Palmer, 1979.



Conchas de *Lambis crocata* (Strombidae)
(D. Gutiérrez Carbonell).



Conchas de *Lambis scorpius* (Strombidae) (D. Gutiérrez Carbonell).

Sin embargo, el grosor y proyecciones en la concha implican un gasto energético considerable.

El caracol turbante estrella *Guildfordia yoka* (Turbinidae), tiene largas espinas en su concha que dificultan a los depredadores que puedan voltearlo para comerlo⁹⁵.



Las conchas de *Angaria sphaerula* (Angariidae) tienen proyecciones que protegen la retaguardia del caracol (I. March Mifsut).

⁹⁵ Harasewych y Moretzsohn, 2010.

Las especies del género *Lambis* (Strombidae), son frecuentemente atacados por peces y pulpos que llegan a amputarles los pedúnculos sobre lo que están los ojos; sin embargo, estos caracoles pueden regenerarlos en apenas un mes⁹⁶. Las proyecciones en las conchas de *Lambis*, probablemente dificultan a los depredadores tragárselos completos⁹⁷.

Los ciclos circadianos de cada especie de molusco quizás también tienen un valor adaptativo al evitarse el traslape con los períodos de mayor actividad de los depredadores potenciales. Sin embargo, conforme va creciendo un molusco, el repertorio de depredadores que lo acechan va cambiando también.

Otras adaptaciones en las conchas que a los caracoles les resultan útiles para su defensa ante depredadores son 1) aperturas estrechas o reducidas, como el caso de *Typhisala grandis* (Muricidae), en el que la apertura principal se fue reduciendo al máximo, y la cual es obturada por un opérculo; 2) circunvoluciones cortas y 3) “costillas” en el eje axial, que le otorgan más resistencia a la concha⁹⁸.

En el caso de los bivalvos, las conchas muy lisas y delgadas corresponden a los nadadores especializados y veloces, mientras que las valvas pesadas y reforzadas corresponden a bivalvos más sedentarios; en los bivalvos las conchas también pueden estar reforzadas por “costillas” radiales y ondulaciones de las valvas⁹⁹. Los bivalvos de la Familia Pectinidae, nadan por propulsión al cerrar fuertemente sus valvas con el músculo abductor, y pueden ser muy veloces en el escape de un depredador.

Algunos bivalvos y caracoles excavan en el sustrato para ocultarse de los depredadores. Para estas especies que se sepultan para ocultarse, hay dos formas para hacerlo: 1) estabilizar el sedimento alrededor y encima del organismo, y 2) enterrarse rápidamente. Bivalvos como el “alas de ángel” *Cyrtopleura (Scobinopholas) costata* (Pholadidae), puede sepultarse en los sedimentos a más de 40 cm de profundidad. Los moluscos que se ocultan en sedimentos o en la arena tienen sifones muy largos. En algunos caracoles, las costillas en la concha o una concha muy espiralizada contribuyen a la estabilización de la arena o sedimentos en los que se entierran. Los caracoles de las Familias Naticidae y Olividae, pueden enterrarse en la arena muy rápidamente¹⁰⁰.

El rompimiento de conchas es un tipo de depredación que permite obtener presas rápidamente; instrumentos especializados como dientes sólidos, tenazas, garras y picos son requeridos para romper las conchas, descascararlas, aplastarlas o reventarlas; las conchas delgadas requieren tenazas menos especializadas, pero las conchas gruesas requieren tenazas con adaptaciones especiales y una gran fuerza. Cangrejos como *Menippe mercenaria* (Menipidae) aplica una fuerza muy grande; otros cangrejos, como *Carpilius* (Carpiliidae) y *Daldorfia* (Parthenopidae), tienen ventajas mecánicas. La tenaza de la langosta americana *Homarus americanus* (Nephropidae), tiene en las tenazas estructuras similares a muelas que le permiten aplicar una gran fuerza para romper conchas. Por su parte, el cangrejo *Calappa convexa* (Calappidae) de Panamá y Colombia tiene una tenaza especializada que le permite descascarar las conchas. El pez erizo *Diodon hystrix* (Diodontidae), puede aplastar con su boca a caracoles como *Vasula melones* (Muricidae). Gaviotas y cuervos, tiran desde las alturas a los caracoles que captura, para romper las conchas con el impacto¹⁰¹.

⁹⁶ Heller, 2015.

⁹⁷ Vermeij, 1993.

⁹⁸ Bertness y Cunningham, 1981.

⁹⁹ Vermeij, 1993.

¹⁰⁰ Vermeij, 1993.

¹⁰¹ Vermeij, 1993.

El engrosamiento de las paredes de la concha también tiene un valor adaptativo contra la depredación. En muchas especies, este engrosamiento se da solo en algunas partes de la concha que están más expuestas a los ataques. Eventualmente, se presentan en la concha grietas que comprometen la resistencia; es debido a estas grietas que algunos depredadores intentan romper conchas gruesas. Varios caracoles engrosan sus conchas en su edad adulta en la parte del labio exterior, pues muchas veces es por donde comienzan los intentos de romperla por parte de los depredadores. Algunas conchas presentan várices que son engrosamientos que refuerzan la resistencia estructural de la concha; estas várices son más comunes en las familias de caracoles tropicales y más raras en las de aguas frías o templadas.¹⁰²

Algunos bivalvos tienen una valva de mayor tamaño que la otra, y si esta es dañada por ser la más expuesta, no compromete el cierre hermético de las valvas. En el caso de la ostra martillo *Malleus malleus* (Malleidae), las valvas se extienden mucho más que el espacio que es ocupado por los tejidos blandos, por lo que esto puede contribuir a que sobrevivan a ataques de depredadores.¹⁰³ Es frecuente encontrar conchas de *Spondylus* fijadas sobre *Malleus malleus*, por lo que se necesita de investigaciones que expliquen este fenómeno.

Existen otros mecanismos de defensa entre los caracoles: Algunos se alimentan de corales que son tóxicos para los depredadores; algunas especies de *Crepidula* (Calyptraeidae) viven pegados dentro de conchas de otros caracoles que están ocupadas por cangrejos ermitaños ¹⁰⁴.

Los cangrejos ermitaños siguen a depredadores de caracoles para que en cuanto estos liberen la concha vacía, la puedan ocupar de manera inmediata, y así conforme van creciendo, los cangrejos ermitaños van buscando conchas de mayor tamaño.

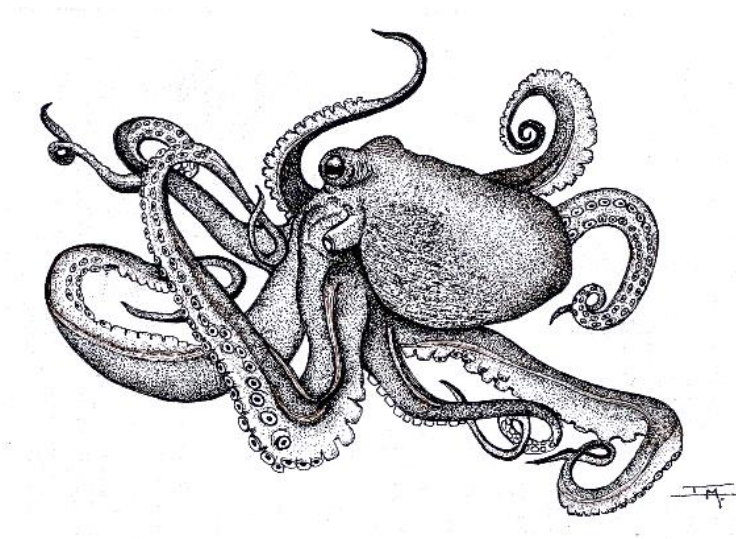
Hay organismos que han evolucionado para la ocupación secundaria de las conchas, una vez que el molusco que la construyó ha muerto; esta es una adaptación evolutiva extraordinaria¹⁰⁵. Además de los cangrejos ermitaños, algunos crustáceos anfípodos, y gusanos sipúnculos, los pulpos pequeños utilizan conchas de caracoles vacías para ocultarse y protegerse de otros depredadores, por lo que las conchas siguen siendo útiles como una defensa efectiva. Peces de características muy peculiares en la costa del Pacífico de California y Baja California, llamados blenias (*Neoclinus blanchardi*, Chaenopsidae), también se refugian en conchas vacías de caracoles.

¹⁰² Vermeij, 1993.

¹⁰³ Vermeij, 1993.

¹⁰⁴ Vermeij, 1993.

¹⁰⁵ Vermeij, 1993.



En las conchas de algunos caracoles y bivalvos, pueden crecer distintos organismos como balanos, anémonas, esponjas y corales, que en un momento dado les pueden ofrecer un nivel de protección adicional; no obstante, es común que estos organismos se conviertan en una pesada carga, e incluso que obturen las valvas de los bivalvos.



Balanos creciendo sobre la concha de un bivalvo (I. March Mifsut).

Algunos caracoles viven adheridos a las patas de crustáceos como el camarón mantis; el caracol *Cancellaria (Narona) cooperi* (Cancellaridae), se adhiere a rayas eléctricas y succionan su sangre y fluidos al parasitarla. Caracoles de distintas familias viven sobre diversos tipos de algas que les ofrecen refugio ¹⁰⁶.

¹⁰⁶ Vermeij, 1993.

En caracoles terrestres, como *Cepaea nemoralis*, *C. hortensis* y *Cornu aspersum* (Helicidae), se ha observado que la concha por su parte interna permite encapsular a nemátodos en su intento de parasitar a los caracoles¹⁰⁷.

Mimetismo, camuflaje y variabilidad

El mimetismo y el camuflaje en moluscos pueden funcionar como una ventaja adaptativa, tanto para esconderse de los depredadores, como para esconderse de las presas.

El mimetismo puede reflejarse en la forma de la concha, la coloración o la textura. Es importante tener en cuenta que una coloración mimética puede corresponder a una fase de crecimiento dada que es funcional en el entorno natural que corresponde a esa edad del caracol.

La coloración del manto del caracol lengua de flamenco *Cyphoma gibbosum* (Ovulidae) que se alimenta de gorgonias o abanicos de mar (corales blandos), le facilita pasar desapercibido al confundirse con el propio coral. Son muy territoriales y esto aparentemente evita que se sobrepase la capacidad de regeneración del coral blando; en su vida adulta, pasan todo el tiempo sobre los abanicos de mar¹⁰⁸. Obtienen del mismo coral al que parasitan, los pigmentos que le dan camuflaje¹⁰⁹.

Littorina obtusata (Littorinidae) tiene una concha con una forma y color que les permite mimetizar las vesículas de flotación de las algas sobre las que viven, como *Ascophyllum nodosum* (Phaeophyceae)¹¹⁰.

La concha de *Talparia talpa* (Cypraeidae), es cubierta por el manto que le da una apariencia similar a la de un pepino de mar (Holothuroidea), invertebrado que para muchos peces tiene un sabor desagradable¹¹¹.



Concha del cauri *Talparia talpa* (Cypraeidae)

¹⁰⁷ Rae, 2017.

¹⁰⁸ Abbott, 1982.

¹⁰⁹ Heller, 2015.

¹¹⁰ Vermeij, 1993; Heller, 2015.

¹¹¹ Heller, 2015.

La coloración críptica hace difícil a muchos depredadores la detección de la presa. Además de la cripsis¹¹² en tamaño o coloración, también puede ser química; por ejemplo, la lapa de California *Tectura paleacea* (Lottiidae) incorpora químicos en su concha obtenidos del pasto marino que la hospeda, y esto impide que las estrellas de mar la puedan detectar¹¹³.

Algunos depredadores detectan a sus presas al asociar sus imágenes con alimento; se piensa que en respuesta, algunos moluscos han desarrollado una gran variabilidad en los patrones de coloración de la concha entre un individuo y otro de la misma especie. Los individuos con coloración más críptica tienen una ventaja sobre los demás. Cuando las presas son escasas, el depredador elige a las coloraciones más comunes, y es cuando las coloraciones más inusuales tienen también una ventaja. Esto ocurre en Kenya con el cangrejo fantasma *Ocypode caratophthalma* (Ocypodidae) y el bivalvo *Donax faba* (Donacidae). Caracoles de las Familias Olivaceae, Neritidae, Littorinidae y algunos caracoles terrestres tropicales, tienen gran variabilidad en los patrones de coloración dentro de la misma especie¹¹⁴.

Hay moluscos que definitivamente no tienen una geometría bien definida u ornamentada, y más bien tienen conchas irregulares y amorfas, como en el caso de varias especies de bivalvos del género *Chama* (Chamidae). Cuando vi por primera vez una concha de *Chama* sp., mi primera reacción fue pensar que tenía en mis manos una concha totalmente intemperizada y deteriorada; después me pareció genial por mimetizar o una concha destruida o una pequeña roca, un camuflaje muy interesante.

Hábitos y comportamientos interesantes

Se ha visto que los caracoles van generando senderos por donde se desplazan y que prefieren recorrerlos periódicamente pues podría representarles un ahorro de energía¹¹⁵. En el caso de las lapas, como *Lottia gigantea* (Lottiidae), van dejando sobre su sendero una mucosa que favorecerá el crecimiento de algas que consumirá la lapa cuando vuelva a recorrer el sendero.¹¹⁶

La velocidad en que se desplaza un caracol marino es un asunto muy importante en su sobrevivencia; algunas especies de *Strombus* y *Lobatus*, utilizan su alargado opérculo con forma de garra para acelerar su huida de depredadores que lo acosen; *Lobatus galeatus* del Pacífico puede trasladarse por varios kilómetros en pocos meses¹¹⁷.

¹¹² Cripsis significa ocultar.

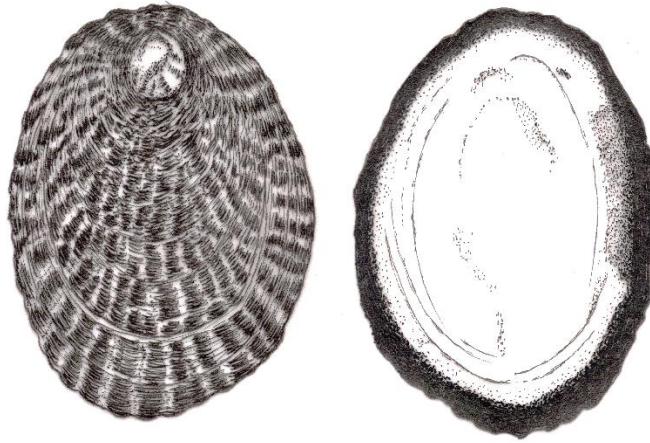
¹¹³ Vermeij, 1993.

¹¹⁴ Vermeij, 1993.

¹¹⁵ Heller, 2015.

¹¹⁶ Heller, 2015.

¹¹⁷ Heller, 2015.



Concha de *Lottia gigantea* (I. March Mifsut)

La lentitud de los caracoles y las conchas de bivalvos hidrodinámicas, son adaptaciones que contribuyen a evitar la detección por los depredadores; el escape rápido para huir de un depredador lento o para ocultarse en algún escondite, son también adaptaciones que ayudan a defenderse de los depredadores; el escape rápido de algunos bivalvos, con fuertes virajes de dirección, es otra adaptación¹¹⁸.

Los caracoles de la Familia Littorinidae son muy interesantes desde la perspectiva de las adaptaciones evolutivas. El nombre del grupo proviene de su preferencia por habitar en los litorales; por lo general, los caracoles que se fijan a la parte baja del litoral, son más grandes que aquellos que han conquistado la parte más alta, en donde se da un mayor estrés ambiental al quedar un porcentaje del tiempo en condiciones de desecación. En la parte baja del litoral, los caracoles tienen más tiempo para alimentarse y no pasan estrés por desecación, pero al mismo tiempo están más expuestos a mayor número de depredadores y a mayor competencia por los espacios. Las especies mejor adaptadas a la desecación cierran su concha con el opérculo y sellan las orillas con una mucosidad; pueden estar varios meses en inactividad y sobrevivir incluso después de perder el 60% del agua corporal; también pueden sobrevivir a altas concentraciones de salinidad o a estar en agua dulce hasta por diez días. El caracol *Melarhaphe neritoides* (Littorinidae) es un ejemplo de estas adaptaciones. Algunas especies de esta Familia, posicionan sus conchas en distintas orientaciones para poder termorregular y con ello poder sobrevivir a temperaturas muy bajas o muy altas. Algunas especies de *Littoraria*, son abundantes sobre los árboles de los mangles *Avicennia* y *Rhizophora*, y suben o bajan por sus zancos conforme sube o baja la marea; los mangles proveen de una estructura ideal para poder hacer estos movimientos; en algunas especies, los caracoles adultos se mantienen muy por arriba del nivel del agua y solo las hembras se trasladan hacia abajo para liberar sus larvas; en estas especies, las lluvias son de mayor influencia que las mareas ¹¹⁹.

¹¹⁸ Vermeij, 1993.

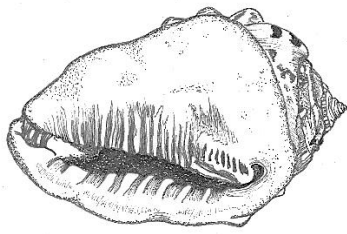
¹¹⁹ Heller, 2015.



Manglar de *Rhizophora mangle* (I. March Mifsut)

Muchos moluscos viven en sustratos arenosos o lodosos. Para que un molusco no se hunda en el sustrato blando, requiere haber desarrollado algunas de las siguientes tres adaptaciones: 1) Reducir su volumen, 2) Reducir su densidad, y 3) Incrementar el área sobre la que distribuye su peso. Muchos moluscos tienen conchas muy delgadas, ligeras y frágiles. Otros caracoles tienen el labio de su concha extendido, como *Titanostrombus goliath* (Strombidae) o bien presenta proyecciones como *Lambis*¹²⁰.

¹²⁰ Vermeij, 1993.

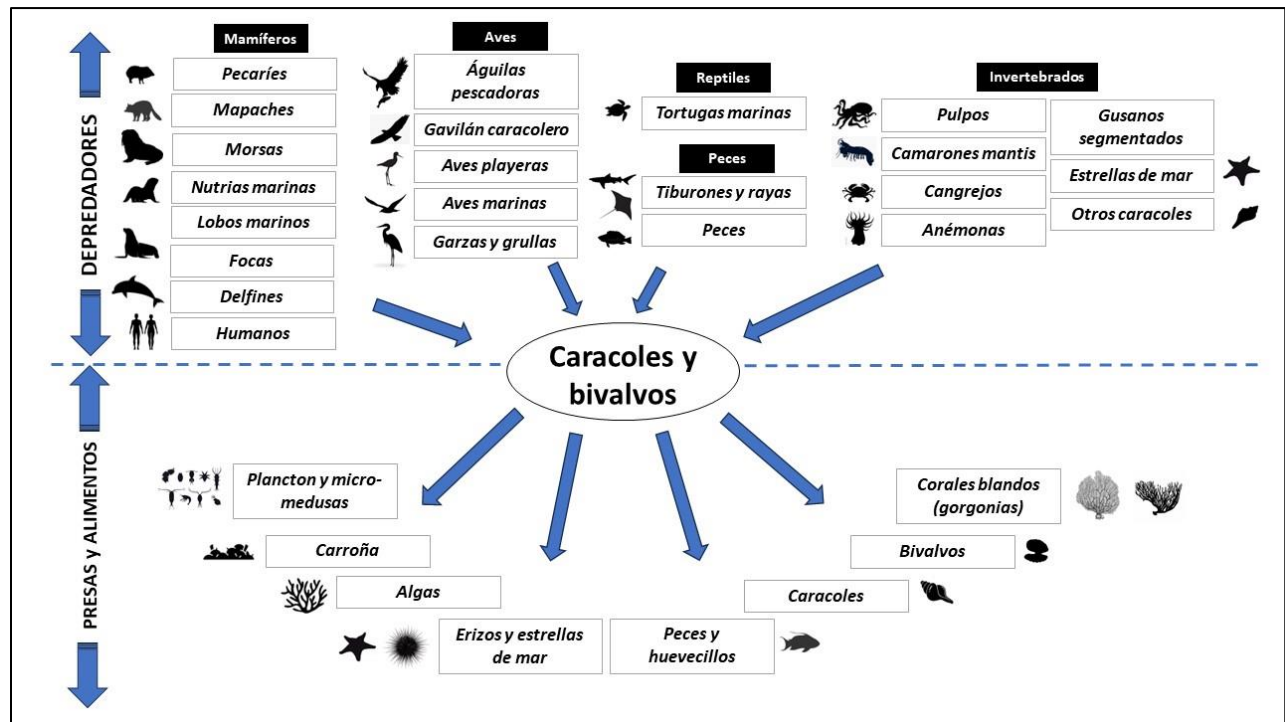


II. Los moluscos en su entorno natural.

Comer o ser comido

Los moluscos han ido evolucionando y diversificándose principalmente en torno al tema de comer y evitar ser comido. El número de especies de todos los grupos biológicos que se alimentan eventualmente de caracoles y bivalvos es muy amplio. Los moluscos son eslabones frecuentes en las cadenas tróficas en muchos ecosistemas, tanto en el presente como en el pasado. Muchas de las adaptaciones de tamaño, forma, color, textura y comportamiento, han sido favorecidas por la selección natural por ser de valor para comer o para evitar ser comido.

La alimentación de los caracoles es muy diversa y va desde el forrajeo de algas y el filtrado de plancton, hasta el consumo de carroña, el parasitismo y la cacería activa usando dardos venenosos.¹²¹



Depredadores, presas y alimentos de caracoles y bivalvos

¹²¹ Heller, 2015.

La rádula es un órgano especializado que tienen los caracoles para alimentarse; está formado por un grupo de “dientes” quitinosos que le permiten al caracol raspar algas de un sustrato, o carroña y carne de otros organismos. Los dientes en los caracoles herbívoros son más numerosos y aplanados, mientras que los carnívoros son menos pero más alargados¹²². Las características de las rádulas, reflejan los hábitos alimenticios de cada especie.

Mientras numerosas especies de caracoles son herbívoros, existen otros francamente carnívoros. Podemos mencionar a los tritones (*Charonia*; Ranellidae) que se alimentan de estrellas de mar; *Charonia* depreda incluso a la estrella “corona de espinas” (*Acanthaster* spp.), aún y cuando esta contenga toxinas¹²³; cuando estas estrellas de mar crecen por falta de control, representan una amenaza a los arrecifes pues se alimentan de los corales. Esto ya ha sido observado en distintos lugares del Indo-Pacífico. En Australia, se ha planteado cultivar a *Charonia tritonis* para controlar a la estrella *Acanthaster planci* cuando esta presenta incrementos que ponen en riesgo a los arrecifes¹²⁴.

Algo similar sucede con el aumento del erizo de mar *Echinometra mathaei*, ante la remoción de uno de sus depredadores el caracol casco de hocico de toro *Cypraea rufa* (Cassidae) que ha sido sobre-colectado por su concha para la elaboración de camafeos¹²⁵.

Pleuroploca gigantea es uno de los caracoles más grandes y se alimenta de otros gastrópodos como el caracol rosado o reina *Lobatus gigas*, así como de distintas especies de murícidos. También hay especies de caracoles que son filtradores, parásitos, detritívoros y quimioautótrofos¹²⁶; un organismo quimioautótrofo puede sintetizar energía a partir de reacciones químicas, y por lo general poseen bacterias que viven en simbiosis.



El tritón del Atlántico *Charonia variegata*, es un depredador voraz que se alimenta de estrellas de mar (I. March Mifsut).

¹²² Heller, 2015.

¹²³ Heller, 2015.

¹²⁴ Hall *et al.*, 2017.

¹²⁵ Wood y Wells, 1995.

¹²⁶ Harasewych y Moretzsohn, 2010.

De entre los caracoles carnívoros y depredadores, podemos mencionar al tonel perdiz *Tonna perdix* (Tonnidae), que se alimenta de pepinos de mar (Holoturoideos), al caracol chivita *Melongena corona* (Melongenidae), que depreda a ostras y almejas, y el caracol “campechana” *Fasciolaria tulipa* (Fasciolariidae) que puede depredar a juveniles del caracol rosa *Lobatus gigas*. Muchos murícidos son depredadores de pequeños moluscos, balanos y otros animales marinos.¹²⁷ Los caracoles llamados trivias (Triviidae), se alimentan principalmente de ascidias que son tunicados sésiles.

Muchos caracoles son depredadores que detectan a sus presas con el olfato químico; cuentan con un largo “tubo de respiración” o sifón que les permite captar señales químicas y así ubicar a sus presas. El osfradio u *osphradium*, es un órgano protuberante que contiene quimiorreceptores, es decir, células muy sensibles que le permiten al caracol detectar partículas químicas, aún y cuando estén a concentraciones muy bajas. El caracol que busca a su presa avanza a no más de medio metro por hora, y cuando la detecta, puede duplicar esta velocidad. Podría parecernos que las luchas entre caracoles depredadores y sus presas son lentas y con poca acción, pero si pudiéramos ponernos en “velocidad caracol”, podríamos ver que son frenéticas batallas por sobrevivir. Capturada la presa, pueden expandir una probóscide que contiene a la rádula con dientecillos dispuestos en bandas; la probóscide es telescópica y cuando no está en uso, se retrae. La rádula tiene estructuras similares a ganchos que permiten fijarse a la presa y, en algunos casos, permiten inyectar toxinas que inmovilizan a la presa, y entonces, las glándulas salivales secretan enzimas digestivas¹²⁸.

Algunos bivalvos y caracoles tienen la capacidad de cerrar sus conchas casi herméticamente, con lo que evitan la difusión de señales químicas que los pudieran delatar con los depredadores¹²⁹.

Algunos caracoles luna¹³⁰ (Naticidae) buscan activamente entre la arena a bivalvos ocultos para depredarlos; cuando encuentran a su presa, la envuelven inmediatamente con una sustancia mucosa para evitar que el bivalvo abra sus valvas y escape; luego aplican ácido para oradar la concha; algunos caracoles luna tienen un pliegue en el manto con forma de saco que les permite meter a la presa y almacenarla para consumirla después. Por su parte, muchos murícidos se alimentan de balanos, bivalvos y corales. Los *Conus* (Conidae) son cazadores por excelencia. Cerca de la mitad de las especies de caracoles en todo el mundo son depredadores y han constituido una fuerza de la selección natural que promueve la evolución y diversidad de sus presas y competidores¹³¹. *Cymatium* (Cymatiidae), es un caracol que depreda principalmente a otros caracoles y bivalvos, a los que inyecta un veneno paralizante. Cuando la probóscide de un depredador se lesiona, el caracol puede regenerar una nueva¹³².

Epitonium (Epitoniidae), es otro caracol que depreda anémonas de mar; al atacar, las glándulas salivales secretan un narcótico que paraliza a la anémona; por su parte, el caracol es inmune a los nematocistos o células urticantes de la anémona¹³³.

Hay diversas especies de caracoles que son parásitos de distintos organismos. Los caracoles de la Familia Eulimidae, son un grupo avanzado de gasterópodos parásitos que infestan a erizos y pepinos de mar, estrellas

¹²⁷ Harasewych y Moretzsohn, 2010.

¹²⁸ Heller, 2015.

¹²⁹ Vermeij, 1993.

¹³⁰ Llamados en inglés *moon shells*.

¹³¹ Heller, 2015.

¹³² Heller, 2015.

¹³³ Heller, 2015.

de mar y otros equinodermos. Tienen conchas muy pulidas y de colores blanquecinos; poseen una rádula con muchos dientes, pero hay otros que ni la tienen; algunos son elongados y parecen gusanos. El grupo tiene cerca de 40 géneros, incluyendo a *Melanella*, *Mesothuria*, *Sabinella* y *Echineulina*. Hay formas parásitas externas e internas, y los hay desde muy pequeños (menos de 10 mm), hasta los que miden, desenrollados, hasta 1 m¹³⁴. Otros caracoles parásitos son los del género *Colubraria* (Colubrariidae), los cuales carecen de rádula y esófago y parasitan a los peces alojándose en su boca para succionar su sangre. *Cancellaria* (Cancellariidae), es un parásito externo que se fija a las rayas para succionar su sangre; se cree que estos caracoles, que tienen muy desarrolladas las glándulas salivales, pudieran secretar alguna sustancia que evita la coagulación, de manera similar a las sustancias que secretan los murciélagos vampiro en su saliva. Especies de la Familia Marginellidae pueden perforar armaduras calcáreas de distintos invertebrados o ser ectoparásitos de peces a los que se adhieren cuando estos duermen; se insertan entre las escamas cerca de los ojos, boca, agallas o aletas¹³⁵.

Rapa rapa es un caracol endoparásito de corales alcionarios y viven en cavidades dentro de sus tejidos; consume al coral introduciendo su larga probóscide y secretando enzimas que licúan los tejidos que entonces ingiere¹³⁶. Los caracoles del género *Drupella* (Muricidae) se alimentan también de corales como *Acropora*, *Pocillopora* y *Porites*; se distribuye en el Indo-Pacífico y se alimenta por la noche; secreta una sustancia que neutraliza las toxinas de los corales; puede llegar a afectar seriamente a los arrecifes cuando por alguna causa su población aumenta. *Coralliophila* (Muricidae) es otro parásito externo de los corales como *Porites* en esos mismos mares.¹³⁷

Los buccinos (Buccinoidea), son depredadores y carroñeros; tienen numerosas glándulas digestivas y un sifón largo; los carroñeros pueden soportar períodos largos sin comer. *Buccinum undatum*, es un carroñero oportunista; en ocasiones se alimenta de los residuos dejados por las estrellas de mar que atacaron a un bivalvo, pero a su vez, las propias estrellas de mar están entre sus principales depredadores. Los caracoles del género *Voluta* (Volutidae), envuelven a los bivalvos con su pie para sofocarlos; cuando el bivalvo agoniza, se relaja y es cuando el caracol introduce su probóscide para comer sus partes blandas¹³⁸.

Las adaptaciones en algunos caracoles, que contribuyen a evitar ser comido también son fascinantes. Por ejemplo, el caracol *Distorsio anus*, tiene en la parte inferior de su concha, un diseño que le facilita pegarse a un sustrato rocoso sin dejar espacios en donde los depredadores puedan apalancar para despegarlo; la concha de este caracol, además de ser muy dura y resistente, tiene la peculiaridad de que la espiral tiene cambios de dirección lo cual quizás resulta de algún valor adaptativo relacionado con la protección; quizás esta geometría le otorga mayor resistencia a la concha; este es un caracol carnívoro que depreda a poliquetos.¹³⁹

¹³⁴ Heller, 2015.

¹³⁵ Heller, 2015.

¹³⁶ Abbott, 1982.

¹³⁷ Heller, 2015.

¹³⁸ Heller, 2015.

¹³⁹ Harasewych y Moretzsohn, 2010.



La concha de *Distorsio anus* (Personidae) presenta una espiral anómala con giros que la caracteriza (I. March Mifsut).

La amplitud del ángulo de apertura de las mandíbulas de los peces en el entorno, son una fuerza de selección para promover conchas más grandes o con una forma y textura que dificulta que los peces ejerzan presión para reventar la concha.

Muchos caracoles tienen conchas muy lisas en las que tenazas y pezuñas pueden resbalar y no tener agarre para poder hacer presión; este es el caso de los cauris o *cowries*. Es interesante que los cauris en sus primeras etapas de desarrollo crecen en espiral como cualquier caracol, y después este tipo de crecimiento se detiene y la concha se va engrosando para tomar su forma conocida¹⁴⁰.

Los pulpos atrapan a los cauris y con su rádula y una secreción ácida, hacen una perforación en la concha; luego inyectan una toxina que hace que el cuerpo del caracol se relaje, y entonces sacan al animal por la abertura de la concha. Peces de la Familia Labridae, tienen en sus mandíbulas la fuerza suficiente para romper la concha de cauris pequeños. También hay caracoles que cazan a los cauris; *Conus textile* (Conidae) envenena al cauri y luego procede a evertir su estómago al interior del cauri y lo digiere. Algunos cangrejos tropicales cuentan con la fuerza y la técnica suficientes para romper la concha de un cauri.¹⁴¹

Caracoles de las Familias Naticidae y Muricidae, tienen un órgano accesorio que secreta la enzima anhidrasa carbónica, la cual ablanda la concha y entonces entra en acción una rádula para hacer una perforación circular por la que ingresa la probóscide.¹⁴²

La forma de la concha de los cauris es una defensa efectiva pues la fuerza que se aplique para romperla se distribuye y no se concentra en un solo punto en que pudiera fracturarse; para los cangrejos, es muy difícil manipular estas conchas pues sus pulidas superficies y ausencia de puntos de apoyo (ej. arrugas o suturas), las hacen muy resbaladizas.¹⁴³

¹⁴⁰ Abbott, 1982.

¹⁴¹ Heller, 2015.

¹⁴² Vermeij, 1993.

¹⁴³ Heller, 2015.

Caracoles como *Zidona dufresnei* (Volutidae), tiene una concha totalmente “resbalosa” incluso para un ser humano que la manipula; la textura es completamente lisa y la falta de cualquier sutura o pliegue en su espiral, impide cualquier punto de apoyo para hacer presión¹⁴⁴.

Algunos caracoles de la Familia Terebridae, como *Acus maculata*, tienen conchas muy lisas y sin protuberancias ni rugosidades; esta característica posiblemente les favorece que se puedan esconder bien bajo la arena, y también que difícilmente los pueda sujetar un cangrejo con sus tenazas. *Melanella dufresnii* (Eulimidae), que se alimenta de pepinos de mar, es también un caracol que tiene una concha muy resbaladiza¹⁴⁵.

Algunos caracoles, como los del género *Melo*, tienen una concha grande y ampliada; esto podría favorecer un menor riesgo a que una tenaza de un cangrejo, o una mandíbula de un pez, tengan la apertura suficiente para que la presión necesaria para romper la concha pueda ser ejercida; conchas tan extendidas exigen tenazas y mandíbulas muy grandes como para tener la apertura necesaria y no resbalar.

En el caso de *Cypraea tigris*, un caracol bastante común, la concha es más fuerte y densa en las tallas de menor tamaño; quizás en las etapas tempranas de crecimiento, por ser de menor talla son más susceptibles de ser sujetadas y presionadas por tenazas de cangrejos y rádulas de cefalópodos, y ya cuando las tallas son más grandes, esos depredadores ya no tienen la dimensión suficiente para manipularlos e intentar romperlos.

Caracoles del género *Bufonaria* (Bursidae), son deprimidos dorso-ventralmente. Esta característica quizás les facilita introducirse en oquedades bajo rocas, que son más anchas que altas, así como cubrirse de arena para ocultarse. El caracol rana *Bufonaria bufo*, como muchos miembros de esta Familia, se alimenta de gusanos poliquetos y otros gusanos marinos.¹⁴⁶

Caracoles como el caracol rosa *Lobatus gigas*, tiene conchas muy pesadas y esto también puede representar una ventaja adaptativa; caracoles con conchas más ligeras, son más rápidos para escapar de un depredador, pero también más vulnerables si son atrapados, pues su concha es más delgada y fácil de triturar; los caracoles con conchas más gruesas y más pesadas, como *Lobatus gigas* o *Titanostrombus (Lobatus) goliath* (Strombidae), son más lentos pero más difíciles de perforar o de voltearlos para depredarlos.

¹⁴⁴ Vermeij, 1993.

¹⁴⁵ Vermeij, 1993.

¹⁴⁶ Harasewych y Moretzsohn, 2010.



Las conchas de *Lobatus gigas* (arriba) y de *Titanostrombus (Lobatus) goliath* (abajo) son muy pesadas y pocos depredadores pueden darles vuelta (Strombidae) (D. Gutiérrez Carbonell).

Las proyecciones de las conchas seguramente tienen una función que contribuye a la defensa del molusco, sobre todo en aquellos casos en que las proyecciones se dirigen a todas partes, como en el caso del bivalvo *Spondylus* spp. o del caracol *Murex pecten* o de otros *Murex*. Estas proyecciones en la cavidad bucal de algún depredador que los pudiera ingerir podrían causar daños serios, equivalente a que nos comiéramos un pez con todo y esqueleto o un erizo sin quitarle las púas.

Es interesante que diversas especies de *Murex* presentan todo un gradiente en la configuración de las espículas de la concha, desde las finas y puntiagudas espigas de *Murex pecten* hasta el *Chicoreus ramosus*, pasando por el *Murex troscheli* y otros. Las espigas pueden lastimar la boca de un pez que ingiera a un caracol con estas defensas.

Algunos *Murex* tienen las proyecciones de la concha con una punta roma que quizás también contribuyen a la protección ante mordidas de presión de otros depredadores.

Bivalvos como *Hysteroconcha lupanaria* e *Hysterochoncha dione* (Veneridae), también presentan conchas con espinas que probablemente les brinda protección contra algunos depredadores¹⁴⁷.

En algunos caracoles y bivalvos de textura lisa, la pigmentación en líneas quizás tenga un efecto de engaño en algunos depredadores (Ej. cangrejos) que podrían confundirlas con protuberancias de donde tener agarre para presionar las conchas.

En el caso de *Harpago chiragra* (Strombidae), quizás las proyecciones de la concha le dan más sostén sobre un sustrato plano, de tal manera que voltearlo para acceder a la apertura podría ser más difícil.



Concha de *Harpago chiragra* (Strombidae) (D. Gutiérrez Carbonell).

Quizás la concha con forma de tornillo de *Tibia fusus* y otras especies pueda permitir “atornillarse” en la arena para esconderse y así escapar de la vista de depredadores potenciales.

Algunos caracoles como los del género *Harpa* (Harpidae), tiene una estrategia de escape similar a algunos lacértidos; pueden liberar un fragmento de su pie cuando son atacados por un cangrejo; cuando el cangrejo comienza a ingerir el fragmento, el *Harpa* secreta una gran cantidad de mucus sobre el cangrejo y le echa encima arena, hasta que el cangrejo queda envuelto e inmovilizado en una bola compacta y entonces el *Harpa* introduce su probóscide y comienza a comer las partes blandas del cangrejo atrapado¹⁴⁸; el depredador se convierte en presa. De manera similar, los caracoles del género *Harpa*, envuelven a pequeños crustáceos con un moco paralizante que es secretado por su pie¹⁴⁹. Además, algunas especies de *Harpa* tienen en la concha

¹⁴⁷ Vermeij, 1993.

¹⁴⁸ Abbott, 1982.

¹⁴⁹ Heller, 2015.

costillas con mucho filo, lo cual puede cortar a un pulpo que lo intente atrapar¹⁵⁰. Otros caracoles como *Strombus sinuatus* (Strombidae), también presentan un filo peligroso en su labio externo.

Harpa ventricosa es depredador de pequeños crustáceos y cuando hay un depredador acosándolo, puede desprender una parte de su pie para distraerlo, tal y como hacen algunos lacértidos; no tiene opérculo y se oculta bajo la arena.¹⁵¹



Las costillas de la concha de *Harpa ventricosa* (Harpidae) son muy filosas y pueden cortar a un pulpo si decide manipularla (I. March Mifsut).

El caracol *Volva volva* (Ovulidae), se alimenta de plumas de mar (Pennatulacea)¹⁵² del género *Actinoptilum* y de otros Cnidarios que se ocultan en la arena; acumula las toxinas que obtiene de sus huéspedes y las usa para su propia defensa.¹⁵³

En el caso de los bivalvos, la respuesta de escape que presentan ante la amenaza de un depredador es muy rápida y se debe al desplazamiento de agua al cerrar de golpe las valvas. Las conchas de muchos bivalvos tienen un diseño hidrodinámico que facilita un escape aún más rápido; la textura es acanalada y eso significa una ventaja.

Entre las soluciones evolutivas, hay moluscos que detectan el peligro a cierta distancia, otros que dependen de su habilidad de escape, otros en su capacidad de resistir el ataque y otros se esconden o se mimetizan. Muchas de estas estrategias se pueden inferir del tamaño, la forma, la arquitectura, la coloración y la textura de las conchas¹⁵⁴.

El gavilán caracolero (*Rosthramus sociabilis*) es un depredador que depende en buena parte de las poblaciones del caracol manzana *Pomacea* spp.. De hecho, esta ave rapaz está perfectamente adaptada para que los

¹⁵⁰ Vermeij, 1993.

¹⁵¹ Harasewych y Moretzsohn, 2010.

¹⁵² Las llamadas plumas de mar son un tipo de coral blando; un animal colonial fijado al sustrato marino (sésil y bentónico).

¹⁵³ Harasewych y Moretzsohn, 2010.

¹⁵⁴ Vermeij, 1993.

caracoles sean su principal alimento; su pico ganchudo le permite obtener el cuerpo blando del caracol sin necesidad de romper la concha¹⁵⁵. En Chiapas, México, a este caracol le llaman “tegogolo” y es consumido por la gente como alimento; como se verá más adelante, este caracol se ha convertido en especie invasora cuando ha sido introducido en otros países. Es importante señalar que cuando el gavilán caracolero no tiene disponibilidad de caracoles manzana para alimentarse, se alimenta de manera alternativa de pequeñas tortugas, cangrejos y otros caracoles de agua dulce de tamaño pequeño como *Viviparus georgianus* (Viviparidae)¹⁵⁶.

Los perforadores con ácido

Distintas especies de caracoles utilizan los ácidos para perforar y depredar a otros organismos. *Cypraeacassis rufa* (Cassidae) es carnívoro y utiliza secreciones ácidas para perforar los esqueletos de los erizos; esta es la principal especie utilizada en Italia para producir los camafeos tallados en conchas traídas desde el Indo-Pacífico y la costa este de África¹⁵⁷; aún se ignora como estos caracoles pueden almacenar ácido en las glándulas salivales sin causarles daño¹⁵⁸.



***Cypraeacassis rufa* (Cassidae) ha sido frecuentemente utilizada para tallar los camafeos (I. March Mifsut).**

Por su parte, el caracol barril o tonel *Malea ringens* produce en sus glándulas salivales ácido sulfúrico que le permite disolver los esqueletos de los erizos para ingerir el interior; esta especie de *Malea* es la que tiene la concha más gruesa de todas las especies de la Familia Tonnidae.¹⁵⁹

¹⁵⁵ Correa y García, 2019.

¹⁵⁶ Beissinger, 1990.

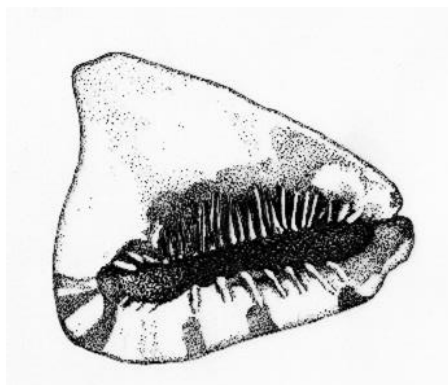
¹⁵⁷ Harasewych y Moretzsohn, 2010.

¹⁵⁸ Heller, 2015.

¹⁵⁹ Harasewych y Moretzsohn, 2010; Heller, 2015.

Los caracoles de la Familia Tonnidae, tienen grandes conchas y enormes glándulas salivales; algunos pueden producir toxinas. Son nocturnos y durante el día se ocultan en la arena. Pueden depredar a un pepino de mar engulléndolo entero¹⁶⁰.

El caracol llamado casco real, quinconte o pata de mula *Cassis tuberosa* (Cassidae) perfora el esqueleto de erizos de mar, como *Lythechinus variegates*, utilizando ácido sulfúrico secretado por su sistema digestivo¹⁶¹.



**Vista ventral de *Cassis tuberosa*
(I. March Mifsut)**

Cazadores con curare

Los caracoles del género *Conus* (Conidae) son de lo más interesante. Son cazadores submarinos que utilizan verdaderos arpones envenenados con toxinas neurotóxicas muy poderosas, e incluso letales. *Conus geographus* es el más venenoso de esta familia y ha causado la muerte a humanos¹⁶²; *Conus textile* también ha causado la muerte de personas que manipulan a estos caracoles sin conocer el riesgo que corren al hacerlo; al menos se han documentado 40 muertes por esta causa¹⁶³. No hay un anti-veneno para contra restar el efecto de la neurotoxina.

Resulta muy interesante que *Conus geographus* utilice distintos venenos ante estímulos de defensa, por un lado, y estímulos de cacería, por otro; mientras que la toxina que puede matar a un ser humano por bloquear los receptores neuromusculares, esta especie utiliza otros venenos específicos para cada tipo de presa que no causa daño alguno a un humano¹⁶⁴.

Los *Conus*, están entre los caracoles considerados más evolucionados. Los dientes que lanzan como arpón, tienen estrías que impiden que se desprendan de la presa. Usualmente, cada dardo es lanzado una sola vez, y reemplazado por otro que se forma en el saco radular; algunos *Conus* requieren hasta 6 dardos para lograr matar a su presa. Hay unas 500 especies distintas de *Conus*; los primeros fósiles de este género tienen entre 50 y 55 millones de años de antigüedad. En un mismo arrecife del Indo-Pacífico se puede encontrar hasta 20 especies juntas. La gran mayoría de las especies de *Conus*, se alimentan de gusanos, pero otros son cazadores activos de peces y de otros caracoles; muy pocos *Conus* son generalistas. *Conus textile* se alimenta

¹⁶⁰ Heller, 2015.

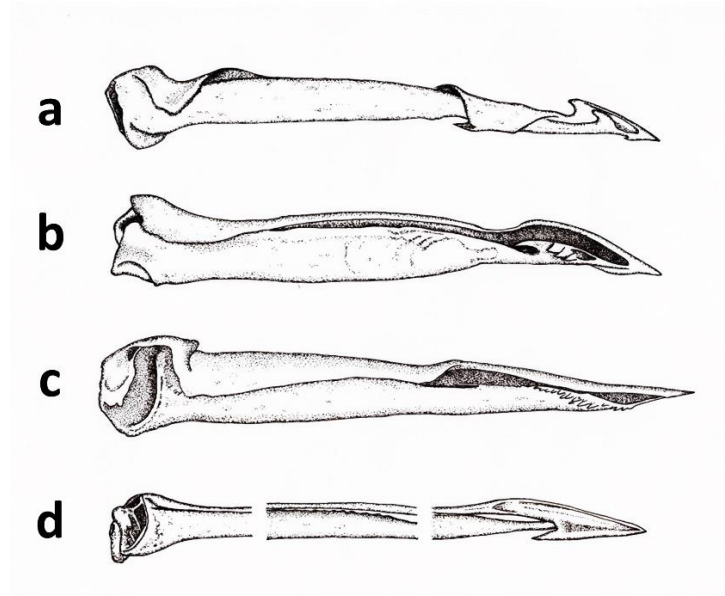
¹⁶¹ Cavalcante y Matthews, 2010.

¹⁶² Abbott, 1982.

¹⁶³ Heller, 2015; Field y Calderón, 2010.

¹⁶⁴ Dutertre *et al.*, 2014.

principalmente de caracoles, mientras que *Conus striatus* y *Conus geographus* se alimentan de peces. Los *Conus* son de hábitos nocturnos y durante el día se ocultan bajo la arena o en huecos entre los corales. Los que cazan peces, ya que está el pez paralizado, pueden comérselo entero¹⁶⁵.



Los dientes radulares de los caracoles *Conus* son verdaderos arpones. De acuerdo a Khon *et al.*, 1999: a) *Conus marmoreus*, b) *Conus acutangulus*, c) *Conus eburneus*, d) *Conus californicus* (I. March Mifsut).

Los componentes activos de los venenos que producen los *Conus*, son péptidos con estructuras complejas; los péptidos son moléculas que contienen dos o más aminoácidos; las moléculas se unen entre sí para formar proteínas. Cada especie de *Conus* tiene en su propio repertorio de entre 100 a 200 péptidos. Se piensa que muchos péptidos pueden ser específicos de acuerdo la presa que atacan¹⁶⁶. Debido a la gran especificidad de estas moléculas, son de enorme interés para su uso en el combate de enfermedades humanas, incluyendo distintos tipos de cáncer y SIDA entre muchas otras¹⁶⁷. Desafortunadamente, si no hay una regulación de las colectas de *Conus* para la investigación biomédica o farmacológica, esta será una amenaza adicional para la conservación de estos increíbles caracoles, además de la destrucción de su hábitat y de la sobre colecta de sus conchas para los coleccionistas¹⁶⁸. A este respecto, Eric Chivian dijo “Los caracoles *Conus* pueden contener la mayor y más importante farmacopea de cualquier género en la naturaleza; perderlos sería un acto de auto destrucción y una tontería sin paralelo”¹⁶⁹.

¹⁶⁵ Heller, 2015.

¹⁶⁶ Heller, 2015.

¹⁶⁷ Olivera, B.M., 1997; Olivera *et al.*, 1985; Norton and Olivera, 2006; Layer y McIntosh, 2006.

¹⁶⁸ Dutertre y Lewis, 2011, Peters, 2019.

¹⁶⁹ Peters, 2013.



Las conchas de las diversas especies de *Conus* se caracterizan por sus patrones de coloración (I. March Mifsut).

En una evaluación de las 632 especies de *Conus*, se encontró que tres especies están en peligro crítico (CR), 11 en peligro (EN) y 27 vulnerables; ya desde entonces se consideraba que la bioprospección para medicamentos obtenidos de los venenos de los *Conus* podrían ser un factor que pudiera colocarlos en situación difícil, pese a que se puede obtener el veneno sin sacrificar al caracol ¹⁷⁰.



El género *Conus* (Conidae) es uno de los más diversificados con más de 500 especies (I. March Mifsut).

¹⁷⁰ Peters et al., 2013.

Además de los *Conus*, los caracoles del género *Terebra* (Terebridae), se sumergen en la arena y cazan gusanos con la ayuda de una glándula venenosa; el aparato de veneno en *Terebra* es similar al de los *Conus* pero menos poderoso.

Moluscos invasores

Durante las últimas décadas, las actividades humanas y la globalización han introducido de forma intencional y no-intencional a distintas especies de moluscos en geografías a las que no pertenecen de manera natural; estas especies exóticas invasoras han empeorado la situación de muchas especies nativas de todos los grupos biológicos y los moluscos no son la excepción. Son una amenaza adicional a la destrucción del hábitat, la contaminación, la sobre explotación y los impactos negativos del cambio climático global.

Dentro de las listas de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo, se han incluido a los siguientes moluscos:

Nombre común	Nombre científico	Familia	Origen	Geografía que ha invadido
Mejillón cebra	<i>Dreissena polymorpha</i>	Dreissenidae	Mares Caspio, Aral y Negro	América del Norte y Europa
Mejillón del mediterráneo	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Mytilidae	Mar Mediterráneo y Atlántico oriental norte	Océano Pacífico, costa de Japón, África, Australia, América.
Almeja asiática de agua dulce	<i>Corbicula fluminea</i>	Corbiculidae	Asia, África, Indo-Pacífico	América, Cuba, Europa
Caracol gigante africano	<i>Lissachatina (Achatina) fulica</i>	Achatinidae	África tropical	Sudamérica, Caribe
Caracol lobo	<i>Euglandina rosea</i>	Spiraxidae	Sur de EUA	Hawaii, Polinesia, Filipinas
Caracol manzana	<i>Pomacea canaliculata</i>	Ampullariidae	América continental	Hawaii, Filipinas, Indonesia, Malasia, Japón, China, Europa,

El caracol gigante africano *Lissachatina (Achatina) fulica* (Achatinidae), es un caracol terrestre que se distribuía originalmente en el África Tropical, hoy en día es una gran amenaza en países con alta biodiversidad como Colombia; este caracol es vector de parásitos de importancia médica y veterinaria, además de ser plaga en distintos cultivos y de desplazar a caracoles nativos de sus hábitats.

El caracol *Euglandina rosea*, originario del sur de EUA, fue introducido a Hawaii y a diversas islas de la Polinesia con el fin de controlar al caracol gigante africano; sin embargo, provocó la extinción de diversas especies nativas de caracoles.

En algunos países, el caracol manzana *Pomacea canaliculata* se ha tornado en una especie invasora en varios países de Asia y Europa; fue introducido en el sudoeste de Asia con el propósito de convertirse en una fuente de alimento, pero terminó convirtiéndose en una de las peores plagas para los arrozales. Este es un ejemplo típico de como una buena intención se convierte en un gran problema cuando antes no se hace una evaluación científica profunda.

Melanooides tuberculata (Thiaridae) es otro caracol del norte de África y Asia que ha invadido una gran porción de los hábitats de agua dulce en muchos países de América y el Caribe, y alcanza densidades de miles de caracoles por metro cuadrado. El acuarismo fue el principal agente de introducción y dispersión de este caracol exótico; es un caracol que puede ser reservorio de diversos parásitos que afectan al ser humano. En Sudáfrica, se ha convertido un problema en los cultivos de arroz¹⁷¹.

La introducción del mejillón cebra *Dreissena polymorpha* (Dreissenidae) y de la almeja asiática *Corbicula fluminea* (Corbiculidae) en América del Norte, además del enorme impacto económico que han provocado, han contribuido a la declinación de las especies de mejillones y almejas nativas. Estas especies invasoras causan pérdidas anuales a la industria de cerca de 4,000 millones de dólares al año, ya que sus aglomeraciones taponan tuberías, canales y sistemas de hidroeléctricas y otras industrias¹⁷².

Caracoles terrestres y de agua dulce

Si bien los caracoles marinos son mucho más populares entre los apasionados por las conchas de moluscos, los caracoles terrestres y de agua dulce son también de lo más interesante, no solo por sus conchas sino también por su evolución y biología. Han colonizado sitios muy remotos de nuestro planeta a través de una muy larga historia evolutiva, y hoy se les encuentra en elevadas montañas y en las más remotas islas como es el caso de Nueva Zelanda. Estos caracoles pueden dispersarse a largas distancias al pegarse a peces, insectos, aves y mamíferos, o bien transportados por el viento y las aguas torrenciales.

En diversas islas, los caracoles terrestres y de agua dulce han tenido procesos de diversificación muy notables, pero también ha ocurrido la extinción de especies por distintas causas. De hecho, los moluscos no marinos son el grupo de animales con un mayor número de extinciones registradas por causas de origen humano¹⁷³.

Se ha documentado que al menos 11,139 especies de caracoles terrestres han sido identificadas en 727 islas distribuidas por todo el mundo, y se ha estimado que este número equivale al 48% de todas las especies de caracoles terrestres¹⁷⁴. Los caracoles que se presentan en las islas han sido de enorme interés para quienes estudian procesos evolutivos y aspectos biogeográficos.

Cuba posee una de las faunas de caracoles terrestres de mayor diversidad en el planeta, con más de 1,400 especies, de las cuales más del 90% son endémicas; desafortunadamente, la sobre colecta de distintas especies por la belleza de sus conchas, como las de los géneros *Polymita*, *Liguus*, *Viana* y *Caracolus*, las ha puesto en peligro de extinción y requieren esfuerzos importantes para su conservación¹⁷⁵. Esta sobre colecta se ha dado no solo para satisfacer la demanda de coleccionistas, sino también para el uso de las conchas en bisutería. En lo que respecta a caracoles de agua dulce, Cuba tiene 42 especies de las cuales al menos 10 son endémicas y también enfrentan amenazas como la de las especies invasoras y la pérdida de hábitat¹⁷⁶.

Es interesante que los caracoles terrestres en las islas de los trópicos tienen coloraciones más vistosas y diversas que en los continentes; esto tiene que ver con su evolución en condiciones de aislamiento. En Papúa

¹⁷¹ Vogler et al., 2012.

¹⁷² Lydeard et al., 2004.

¹⁷³ Chiba y Cowie, 2016.

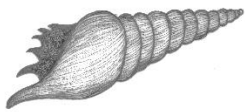
¹⁷⁴ Proios et al., 2021

¹⁷⁵ Sánchez y Berovides, 1993.

¹⁷⁶ Vázquez y Perera, 2010.

Nueva Guinea se han registrado más de 1,000 especies de caracoles, en las Islas Canarias 350, en Micronesia 400¹⁷⁷, en el archipiélago de Hawaii, se han registrado más de 700 especies de caracoles endémicos; En la Isla Norfolk en Australia se han descrito al menos 70 especies de caracoles endémicos. En las Islas Gambier, se ha documentado la extinción de dos especies de caracoles terrestres¹⁷⁸.

Un manuscrito que merece la pena mencionar aquí, por tratar en buena parte de caracoles terrestres y de agua dulce, es el de Julián Monge Nájera (2021), donde hace una interesante colección de relatos sobre historia humana y ecología, en los que entrelaza de manera ingeniosa la historia natural de algunos caracoles terrestres y de agua dulce.



III. Casos especiales del mundo de los moluscos.

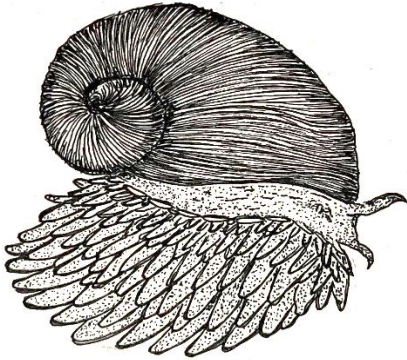
Todos los moluscos tienen algo que los hace interesantes, ya sean las características y geometría de sus conchas, su biología, algún aspecto evolutivo, su ecología o algún rasgo de su historia natural. Pese a muchos obstáculos, la ciencia continúa avanzando y se siguen descubriendo nuevas especies o se hacen profundos estudios para entender mejor a las especies que ya conocemos. Probablemente si hiciéramos una lista de especies de moluscos “interesantes”, incluiría a cientos de especies; sin embargo, siempre hay algunas que nos llaman más la atención y por ello yo he querido compartirles información sobre algunas especies que a mi me parecen de especial interés.

El caracol de hierro: *Chrysomallon squamiferum*

Este es un caracol realmente especial. Pertenece a la Familia Paeltospiridae. Mide de 35 a 45 milímetros y su concha es prácticamente de hierro; la capa exterior es de sulfuro de hierro y es muy resistente. Además, tiene escleritos que son como escamas de una armadura, útiles para protegerse de los depredadores; los escleritos están formados de sulfuro de hierro (FeS_2) y greigita (Fe_3S_4).

¹⁷⁷ Holland, 2009.

¹⁷⁸ Bouchet y Abdou, 2003.



Es un caracol extremófilo que resulta sorprendente para cualquier biólogo o naturalista. Fue descubierto apenas en el año 2001, y descrito hasta 2015¹⁷⁹. Vive en las ventilas hidrotermales que hay en el fondo del océano Índico, a cerca de 2,500 metros de profundidad. Gracias a que mantiene una simbiosis con bacterias quimiosintéticas¹⁸⁰, es el único organismo conocido que puede asimilar el sulfuro ferroso (como la pirita) para recubrir su concha y formar los escleritos que protegen su pie. Estas adaptaciones, le brindan una efectiva protección contra depredadores potenciales, como cangrejos o pulpos. Es un invertebrado que evolucionó para desarrollar adaptaciones que le permiten sobrevivir en un ambiente muy extremo y bajo una gran presión. Probablemente, aun nos falta descubrir a muchas especies que habitan en las ventilas hidrotermales de las aguas profundas.

El caracol acarreador: Xenophora

Este caracol es una de las especies que me parecen más apasionantes. Perteneciente a la Familia Xenophoridae, este caracol tiene la peculiaridad de utilizar elementos disponibles en su entorno para reforzar la protección que le brinda su concha. Miden de 6 a 8 cm y conforme van creciendo, pegan elementos como piedras, conchas de pelecípodos y otros caracoles, e incluso fragmentos de coral, y con ello incrementan la protección. Eso lo logra secretando una sustancia muy pegajosa que actúa como un cementante. En una ocasión, pude ver la concha de un ejemplar que había pegado sobre su concha varios anzuelos que probablemente eran muy abundantes en el medio en el que había vivido (cerca de un muelle). Este caracol se distribuye en el Indo-Pacífico, es relativamente común y se le encuentra de los 200 metros de profundidad hasta los 900 metros.

Pegar un objeto a la concha les puede tomar una hora y media, y tienen que quedar 10 horas inmóviles para esperar a que el cementante se consolide.¹⁸¹

Una pregunta que surge inevitablemente es ¿Cómo un invertebrado marino logra el complejo proceso de identificar elementos disponibles de un tamaño adecuado y que resulten en una protección efectiva?; o bien ¿Cómo decide con qué disposición debe pegar los elementos que usará para aumentar su protección? Se pudiera pensar que en este proceso se involucran otros factores además de los genéticos y los instintos.

¹⁷⁹ Chen *et al.*, 2015.

¹⁸⁰ Un microorganismo quimiosintético utiliza como fuente de energía las reacciones químicas en lugar de la luz como en el caso de las plantas con cloroplastos.

¹⁸¹ Harasewych y Moretzsohn, 2010.



En esta concha se puede ver como este espécimen de *Xenophora palidulla* (Xenophoridae) su pegando conchas de caracoles pequeños para reforzar su protección (D. Gutiérrez Carbonell).



Aquí una concha de *Xenophora granulosa* (Xenophoridae) que pegó pequeños fragmentos de grava (D. Gutiérrez Carbonell).

Onustus exutus es la única especie de la Familia Xenophoridae que no se pega objetos sobre la concha, excepto por unos pocos granos de arena en el ápice (*apex*); Otro miembro de la Familia, *Stellaria solaris* se pega objetos solo al principio de su vida, pero luego le van creciendo proyecciones de mayor tamaño conforme crece.¹⁸²

Un caracol parásito: Vitularia salebrosa

Esta especie de murícido, es un ectoparásito de otros caracoles, incluyendo los tritones (*Charonia* spp.) y caracoles de otras familias (*Crucibulum spinosum*, *Tripsycha tulipa*), pero también parasitan a bivalvos como *Ostrea* (Ostreidae). Se ha estimado que un ataque ectoparasitario de este caracol puede durar entre 90 y 230 días, después de los cuales sus víctimas sobreviven¹⁸³.

Su pie secreta una mucosidad muy pegajosa que le permite adherirse muy fuertemente a la concha de su hospedero; secretando un ácido, hace una perforación en la concha del molusco parasitado y por ella introduce su probóscide para succionar su sangre y fluidos orgánicos. Se distribuye en el Pacífico. Su concha, para la dimensión que tiene, es bastante resistente.

Conchas gigantes

Distintas especies vivientes de moluscos alcanzan tallas enormes, si bien en el pasado, distintas especies de ammonites igualmente alcanzaron tamaños aún mayores. Se considera que el ammonite del Cretácico tardío de Alemania *Parapuzosia seppenradensis*, con un diámetro de 1.8 metros, ha sido el molusco con concha de mayor tamaño conocido hasta el momento.

De las especies actuales de moluscos, distintos bivalvos y gasterópodos alcanzan tamaños muy respetables; de entre los caracoles más grandes está el llamado trompeta australiana *Syrinx aruanus* (Turbinellidae).

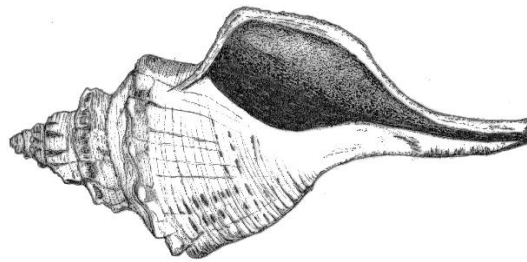
¹⁸² Harasewych y Moretzsohn, 2010.

¹⁸³ Herbert *et al.*, 2009.

Triplofusus (Pleuroploca) gigantea (Fascioliidae) del Golfo de México es otro caracol de entre los de mayor dimensión en el mundo; su concha puede medir hasta 60 cm de longitud.



Concha de 41 cm de longitud de caracol trompeta australiana *Syrinx aruanus* (Turbinellidae; D. Gutiérrez Carbonell).



Concha de *Triplofusus (Pleuroploca) gigantea* (I. March Mifsut).

La almeja gigante *Tridacna gigas* (Cardiidae) es el bivalvo más grande y de mayor peso en todo el mundo. La perla de Alá, una concreción sin nácar, producida por un ejemplar de esta especie, es la “perla” más grande del mundo y alcanza los 24 cm de diámetro. La almeja gigante llega a pesar 330 kg y desafortunadamente ha sido sobre explotada tanto por su carne, considerada una delicadeza gastronómica, como por sus enormes valvas; su concha ha sido utilizada como pila bautismal. Actualmente ya existen granjas de acuicultura que están produciendo este molusco.

Existe una base de datos que registra los récords mundiales en lo que se refiere a las conchas de mayor tamaño¹⁸⁴. Algunas de las especies de moluscos con conchas de mayor talla son las siguientes¹⁸⁵:

Clase	Nombre científico	Familia	Longitud (mm)	Notas
Bivalvia	<i>Kuphus polythalamia</i>	Teredinidae	1,532	Se le conoce como el “gusano tubícola gigante”, aunque es un bivalvo que en el pasado se le confundió con un poliqueto. Vive enterrado en los fondos marinos del Indo-Pacífico
Bivalvia	<i>Tridacna gigas</i>	Cardiidae	1,368	Es la llamada “almeja gigante”; puede llegar a pesar hasta 330 kg.; se distribuye en el Mar Rojo y el indo-Pacífico
Bivalvia	<i>Pinna nobilis</i>	Pinnidae	970	Su nombre común es “nacra”; está en peligro crítico de extinción; es endémica del Mediterráneo.
Bivalvia	<i>Tridacna derasa</i>	Cardiidae	621	Es la “almeja gigante del sur”; se distribuye en el Pacífico occidental.
Bivalvia	<i>Pinna rugosa</i>	Pinnidae	590	Se le llama “hacha rugosa”; se distribuye en el Pacífico.
Gastropoda	<i>Syrinx aruanus</i>	Turbinellidae	772	“Trompeta australiana”; es el más grande de los gasterópodos con concha. Se le encuentra en el norte de Australia, este de Indonesia y Papúa Nueva Guinea.
Gastropoda	<i>Campanile giganteum</i> †	Campanilidae	1200	Especie fósil del Eoceno; se le considera el caracol con la mayor concha que haya vivido; se le ha encontrado en la cuenca de París, Francia.
Gastropoda	<i>Triplofusus gigantea</i>	Fascioliidae	616	“Horse conch”; caracol carnívoro; se distribuye en el Atlántico, desde Carolina del Norte, EUA hasta Quintana Roo, México.
Gastropoda	<i>Melo amphora</i>	Volutidae	550	“Voluta diadema”; es carnívoro y se distribuye en el Pacífico sudoccidental tropical
Gastropoda	<i>Turbinella angulata</i>	Turbinellidae	496	Caracol “tomburro”; es carnívoro y se distribuye en el Caribe y el Golfo de México.
Gastropoda	<i>Adelomelon beckii</i>	Volutidae	495	“Voluta reina”; carnívoro, depreda a <i>Zidona dufresnei</i> ; se distribuye en la costa atlántica de América del Sur
Gastropoda	<i>Charonia tritonis</i>	Charoniidae	490	Caracol “trompeta” o tritón; se alimenta de equinodermos, especialmente de la estrella “corona de espinas”; se distribuye en el Indo-Pacífico.
Gastropoda	<i>Tenagodus (Siliquaria) ponderosa</i>	Siliquariidae	467	La concha es espiral solo al principio y después tiene forma de tubo; se distribuye en el indo-Pacífico.
Gastropoda	<i>Melo miltonis</i>	Volutidae	450	Usado para acarrear agua; se distribuye en el Suroeste de Australia
Gastropoda	<i>Melo umbilicatus</i>	Volutidae	450	Se distribuye en el Pacífico sudoccidental

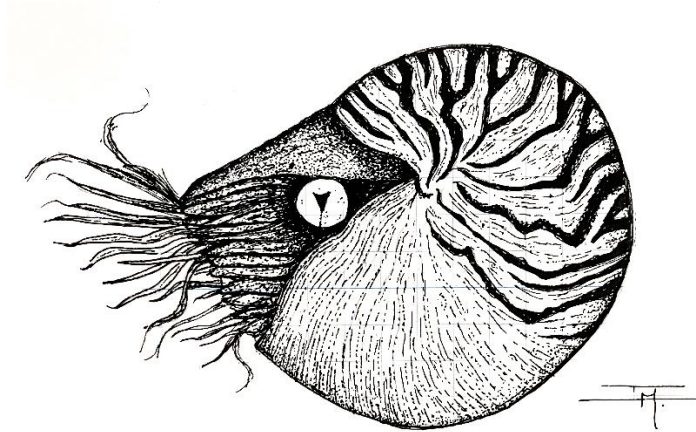
Los nautilus y la proporción áurea

El nautilo es uno de los moluscos más especiales e interesantes. Es un cefalópodo que posee dentro de su concha cámaras que le permiten regular su flotación al controlar los gases que hay en su interior. Nadan con propulsión a chorro, al bombear agua, y tienen tentáculos que les sirven para atrapar a sus presas¹⁸⁶.

¹⁸⁴ Registry of World Record Size Shells https://wrs-shells.com/index_en.php; https://www.wrs-shells.com/wrs_rules_en.php

¹⁸⁵ Wikipedia; Poppe, 2016.

¹⁸⁶ Harasewych y Moretzsohn, 2010.

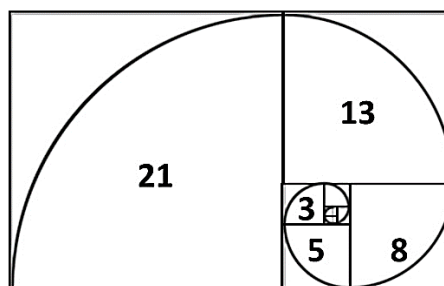


***Nautilus pompilius* (Nautilidae) (I. March Mifsut)**

Son los únicos cefalópodos vivos con concha verdadera. Los argonautas *Argonauta* spp. (Argonautidae), son realmente octópodos en que la hembra puede segregar una concha para depositar y cuidar sus huevecillos; aunque se le llama “nautilo de papel”, no es un nautilo.

Por lo general se reconocen cinco especies de Nautilinos (3 de *Nautilus* y 2 de *Allonautilus*), aunque hay autores que reconocen más especies¹⁸⁷. Descienden de una línea evolutiva con más de 400 millones de años de historia. Por el día, habitan en las profundidades de hasta 450 m y por la noche suben a unos 100 m de la superficie del mar.

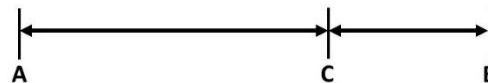
La geometría de la concha del nautilo es muy interesante porque puede ser descrita como una que se basa en la proporción áurea. Para describir la espiral de la concha, se pueden generar arcos que conectan las esquinas opuestas de cuadrados cuyos lados aumentan de acuerdo a la serie de números de Fibonacci, es decir, se genera una espiral logarítmica.



Leonardo de Pisa, mejor conocido como Fibonacci, publicó un libro en el siglo XIII en el que presentó una sucesión numérica que se conoce hoy como la *serie o sucesión de Fibonacci*, y que se relaciona con la llamada “proporción áurea”.

¹⁸⁷ Barord et al., 2023.

La proporción áurea es la relación perfectamente proporcional del conjunto con las partes que lo conforman; el famoso matemático griego Euclides, explicó la proporción áurea de la siguiente manera: dividió una línea recta (ACB) en dos secciones, de manera que la relación entre la línea entera y su sección mayor (AC), fuera igual a la relación entre la sección mayor (AC) y la sección menor (CB). Euclides dibujó una línea y la dividió en lo que llamó “su media y extrema razón”. Se dice que una recta ha sido cortada en su media y extrema razón, cuando el conjunto de la línea guarda la misma proporción con respecto a su segmento mayor que este último con el menor. Si se calcula esta razón matemáticamente, resulta que es de aproximadamente 1.61803. La definición matemática de la proporción áurea se representa con la letra phi.



$$AB/AC = AC/CB$$

$$\varphi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$

Fibonacci presentó su secuencia numérica en la que sus primeros 19 números presentan las siguientes propiedades: a) Cada tercer número es un múltiplo de 2, b) cada cuarto número es un múltiplo de 3, c) cada quinto número es un múltiplo de 5, y d) cada sexto número es un múltiplo de 8. En la sucesión de Fibonacci, cada número resulta de la suma de los dos números anteriores. Si se calcula el cociente entre los números sucesivos de la secuencia de Fibonacci, el resultado es un número que se acerca cada vez más a Phi, la proporción áurea.

1	_____	1
2	_____	1
3	_____	2
4	_____	3
5	_____	5
6	_____	8
7	_____	13
8	_____	21
9	_____	34
10	_____	55
11	_____	89
12	_____	144
13	_____	233
14	_____	377
15	_____	610
16	_____	987
17	_____	1597
18	_____	2584
19	_____	4181

$$\varphi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$

Phi	= 1.61803398874989484820458683
1/1	= 1.000000000000000000000000000000
2/1	= 2.000000000000000000000000000000
3/2	= 1.500000000000000000000000000000
5/3	= 1.666666666666666666666666666667
8/5	= 1.600000000000000000000000000000
13/8	= 1.625000000000000000000000000000
21/13	= 1.615384615384615384
34/21	= 1.619047619047619
55/34	= 1.617647058823529
89/55	= 1.618181818181818
144/89	= 1.617977528089888
233/144	= 1.618055555555556
377/233	= 1.618025751072961
610/377	= 1.618035135278515
987/610	= 1.618032786885246
1597/987	= 1.618034447821682
Y así sucesivamente...	

La proporción áurea se expresa en muchas formas geométricas de la naturaleza, incluyendo el crecimiento de las conchas de nautilus y caracoles, pero también en la geometría del crecimiento de los pétalos de las flores,

en la geometría de los huracanes, en la forma de las galaxias en espiral, en los vórtices de Von Karman¹⁸⁸, en los fractales descubiertos por Mandelbrot, y en la compleja molécula helicoidal del ADN¹⁸⁹. ¿Es acaso esta proporción áurea una curiosidad o constante de la materia, la geometría y la estética del arte, o es una sutil señal de que existe un orden superior de algún tipo que aún desconocemos?; quizás nunca lo sabremos, pero resulta de lo más interesante que la espiral del nautilo concuerde con la proporción áurea.

Conchas raras e interesantes

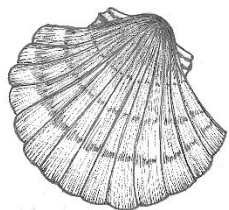
Todas las conchas pueden ser muy especiales por algún rasgo o motivo, y en gustos no hay nada escrito. Cada coleccionista tiene sus propias preferencias en lo que respecta a las conchas que considera más bonitas e interesantes. Todas aquellas conchas que muestran con claridad una adaptación evolutiva que puede inferirse a partir de una característica, son sin duda muy interesantes, así como aquellas que por alguna razón son raras o “extravagantes”. Algunas de las conchas que a mí me parecen de las más bonitas, o que considero raras o interesantes son las siguientes:

Harpidae	<i>Harpa costata</i>	Strombidae	<i>Lambis pilsbryi</i>
	<i>Harpa gracilis</i>		<i>Lambis truncata</i>
	<i>Morum dennisoni</i>		<i>Strombus scalariformis</i>
	<i>Morum matthewsi</i>	Pleurotomariidae	<i>Entemnotrochus adansonianus</i>
Cypraeidae	<i>Perisserosa (Cypraea) guttata</i>	Epitoniidae	<i>Sthenorytis pernobilis</i>
	<i>Cypraea valentia</i>	Peraclidae	<i>Peracle diversa</i>
	<i>Cypraea leucodon</i>	Raphitomidae	<i>Thatcheria mirabilis</i>
	<i>Cypraea microdon</i>	Conidae	<i>Conus milneedwardsi</i>
	<i>Cypraea fultoni</i>		<i>Conus dusalevi</i>
	<i>Cypraea broderipii</i>	Volutidae	<i>Cymbiola cymbiola</i>
Muricidae	<i>Chicoreus loebbeckei</i>		<i>Cymbiola nobilis</i>
	<i>Naquetia barclayi</i>		<i>Lyria lyraeformis</i>
	<i>Murex elongatus</i>		<i>Callipara (Festilyria) festiva</i>
	<i>Murexiella hidalgoi</i>		<i>Volutaconus bednalli</i>
	<i>Murex (Bolinus) cornutus</i>		
	<i>Chicoreus cornocervi</i>		
	<i>Latiaxis mawae</i>		
	<i>Latiaxis pilsbryi</i>		
	<i>Magilus antiquus</i>		

Todo coleccionista puede identificar las conchas que le resultan de mayor interés o significado, pero la verdad es que las conchas, en su conjunto, revelan la fascinante plasticidad de la naturaleza a través de los organismos y del tiempo.

¹⁸⁸ Es un patrón que se repite de vórtices en remolino causados por la separación no estacionaria de la capa de un fluido al pasar sobre cuerpos sumergidos, tal como se forman al remar o cuando una corriente de agua o aire pasa por una isla.

¹⁸⁹ Hemenway, 2008.



IV. Las conchas en las culturas del mundo.

Los caracoles marinos han sido utilizados por el ser humano desde el neolítico como una fuente importante de alimento, y sus conchas han sido utilizadas como ornamentos, para producir instrumentos sonoros, herramientas e indumentarias, y como moneda de cambio. Las conchas proveyeron al ser humano una materia prima muy útil y versátil para confeccionar herramientas, ornamentos y puntas de flecha.

En Francia, se han encontrado collares confeccionados con conchas del caracol *Cyprecassis rufa* (Cassidae) de hace 30,000 años¹⁹⁰. En Mesopotamia se encontró un collar de más de 5,000 años de antigüedad, que demuestra que las conchas de los *Conus* ya eran utilizadas como ornamento¹⁹¹.

En algunas culturas, las conchas son consideradas sagradas; este es el caso de algunas especies de caracoles de la familia Turbinellidae, que son llamadas *shankha* y son de importancia ritual y simbólica en el hinduismo.

Los cauris han sido considerados mágicos en distintas culturas, y frecuentemente se les encuentra en entierros antiguos de Egipto; en algunas momias se colocaron cauris en las cuencas de los ojos, haciendo parecer que los ojos estaban entrecerrados; en la China antigua se colocaban en la boca de las mujeres fallecidas. En el Congo, los reyes Kuba eran enterrados con trajes elaborados con conchas de cauris. En otras culturas, los cauris son utilizados para protegerse del mal y para predecir el destino; entre las tribus Naga del Himalaya oriental, los guerreros usaron los cauris como símbolos de jerarquía militar¹⁹².



**Concha del cauri arlequín *Mauritia hystrix*
(Cypraeidae) (I. March Mifsut)**

¹⁹⁰ Heller, 2015.

¹⁹¹ Martínez López, 2019.

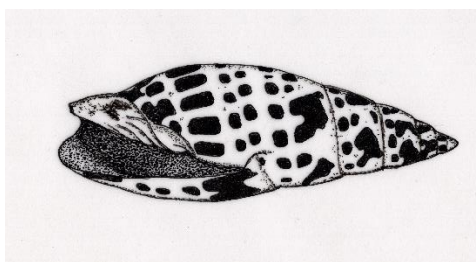
¹⁹² Heller, 2015.

En la cultura Minoica, las conchas de tritones, *Charonia* spp. (Ranellidae), fueron convertidas en trompetas utilizadas en rituales y con fines náuticos¹⁹³. Tritón era hijo de Poseidón, dios de los mares; tocaba su trompeta de caracol para calmar a las tormentas, para disminuir una inundación o como una trompeta de guerra¹⁹⁴.



Tritones en una fuente de Cusco, Perú (I. March Mifsut)

De distintas especies de caracoles se obtuvieron tintes para los textiles; el nácar, la madreperla y las perlas han sido usadas por numerosas culturas con fines ornamentales, y también han sido utilizados para fabricar anzuelos iridiscentes que atraen a peces y pulpos¹⁹⁵. Las conchas de *Strombus canarium* (Strombidae) son utilizadas en el sur de Asia como pesas para que se hundan las redes de los pescadores. En los pueblos del Indo-Pacífico, la concha de *Cassis cornuta* (Cassidae) es utilizada para acarrear agua, y algunos isleños usan la concha de *Mitra mitra* (Mitridae) como cincel¹⁹⁶.



Concha de *Mitra mitra* (I. March Mifsut)

¹⁹³ Abbott, 1982.

¹⁹⁴ Heller, 2015.

¹⁹⁵ Abbott, 1982.

¹⁹⁶ Harasewych y Moretzsohn, 2010.

Caracoles del género *Umbo* (*Trochidae*) presentan una amplia diversidad de colores y patrones, por lo que en el siglo XX cuando estuvieron de moda las cajas ornamentadas con sus conchas, fueron intensamente exportados de la India a Europa¹⁹⁷.

En Europa, las conchas de *Pecten maximus* (*Pectinidae*) eran usadas por los peregrinos que recorrían el camino de Santiago para ayudarse a beber; de ahí que algunas conchas de pectínidos se les llame conchas peregrinas. Hoy en día, las rutas del camino de Santiago utilizan el símbolo de esta concha como señal de orientación.

Los Mayas Lacandones de México, utilizan el caracol de río *Pachychilus indiorum* (*Pachichilidae*) como alimento y las conchas, luego de ser quemadas, son trituradas y añadidas a la masa de maíz para su nixtamalización¹⁹⁸, a partir de la cual elaboran sus tortillas.



Conchas de *Pachychilus indiorum* (I. March Mifsut)

El opérculo de caracoles de la Familia Turbinidae, son usados como amuletos y objetos energéticos y de curación, y se les ha dado el nombre de “ojo de Shiva” en referencia al dios del Hinduísmo. En algunas religiones, los opérculos blandos de algunos caracoles como los de *Strombus tricornis* y *Lambis truncata* (*Strombidae*) son utilizados para fabricar inciensos. La India es uno de los mayores exportadores de opérculos de especies como *Babylonia spirata* (*Babyloniidae*), *Rapana rapiformis* (*Muricidae*), *Chicoreus virgineus* (*Muricidae*), *Volegalea (Hemifusus) cochlidium* (*Melongenidae*), *Lambis lambis* (*Strombidae*) y *Chicoreus ramosus* (*Muricidae*)¹⁹⁹.

Tintes y tintas

Los caracoles *Murex* de la familia Muricidae, secretan una tinta púrpura en situaciones de peligro²⁰⁰, de manera similar a lo que hacen los pulpos y calamares; estos caracoles fueron muy utilizados en la antigüedad como fuente de tinte púrpura para teñir telas. Este color distinguía a los romanos, así como a los miembros de la iglesia de más alta jerarquía, quienes usaban túnicas púrpuras. Otras especies de cauris y en México el caracol púrpura (*Plicopurpura pansa*, *P. patula* y *P. columellaris*; Muricidae), también han sido utilizados para obtener

¹⁹⁷ Heller, 2015.

¹⁹⁸ La nixtamalización es un proceso tradicional en México con el que se preparan los granos secos de maíz con cal (hidróxido de calcio) para producir la masa utilizada en la elaboración de tortillas, tamales y otros productos.

¹⁹⁹ Sundaram and Deshmukh, 2013,

²⁰⁰ Heller, 2015.

tintes púrpuras. Otros caracoles, como algunos de la Familia Volutidae, también pueden secretar tintura violeta que funciona como una defensa contra los depredadores ²⁰¹.

En el viejo mundo, el púrpura ha sido extraído de caracoles de la Familia Muricidae como *Hexaplex trunculus*, *Bolinus brandaris* y *Stramonita haemastoma*. El tinte se encuentra alojado en una glándula hiperbranquial, y el pigmento está dado por la molécula “bromo índigo”. El antiguo pueblo del asentamiento costero de Tiro, al suroeste del Líbano, se dedicó a la explotación de este pigmento púrpura de los caracoles; de ahí el nombre “púrpura de Tiro”. Las telas teñidas de púrpura eran muy costosas; de cada caracol se obtiene tan solo unas dos gotas de tintura, por lo que se requerían cerca de 70,000 caracoles para teñir un kilo de tela. Después de Tiro, otros pueblos fenicios y griegos se dedicaron a esta industria en las costas del Mediterráneo. Aristóteles y Plinio describieron los procedimientos para extraer la tintura y teñir la tela. Los fenicios fueron los que más se distinguieron por el uso del tinte; de hecho, la palabra “fenicio” viene del griego “*phoinikas*” que significa “púrpura-rojo”. ²⁰²



Concha ornamentada de *Hexaplex chicoreum* (Muricidae) (I. March Mifsut).

Los *Murex* son carnívoros y algunos viven asociados a corales duros y abanicos de mar, por ejemplo *Rhizochilus*, *Coralliophyla* y *Quoyula*; *Rhizochilus* (Coralliophilidae), se encuentra frecuentemente insertado en la base del coral negro ²⁰³.

Los murícidos están entre los caracoles con mayor ornamentación y variedad en sus conchas; los que habitan en aguas más tranquilas tienen ornamentaciones más finas y delicadas como *Murex pecten* ²⁰⁴; se piensa que las finas espinas de este caracol también contribuyen a evitar que se hunda en sedimentos flojos o suaves ²⁰⁵, y se cree que las láminas de *Siratus alabaster* (Muricidae) tienen también esta función.

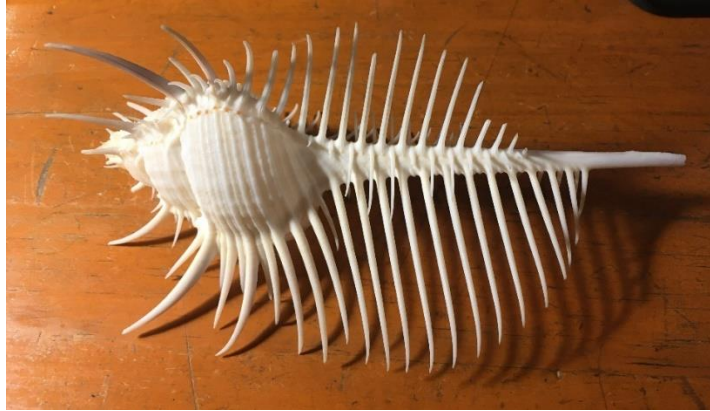
²⁰¹ Vermeij, 1993.

²⁰² Heller, 2015.

²⁰³ Poorman, 1981.

²⁰⁴ Abbott, 1982.

²⁰⁵ Harasewych y Moretzsohn, 2010.



Por su concha, *Murex pecten* (Muricidae) es nombrado el “peine de venus”; se distribuye en el Indo-Pacífico y es depredador de otros caracoles (I. March Mifsut).

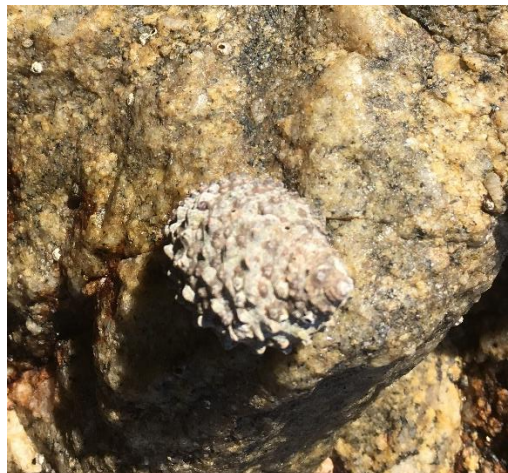


Concha de *Siratus alabaster* (Muricidae) en que se observan láminas muy delgadas entre las espinas (D. Gutiérrez Carbonell).

Los Minoicos de Creta (Edad de Bronce, 2,000 a.C.), y luego los Fenicios, utilizaron murícidos para obtener el colorante púrpura desde el 1,600 a.C.; utilizaban dos especies de *Murex* y una especie de *Thais*. El caracol cañadilla *Bolinus (Murex) brandaris* fue intensamente utilizado en el Mediterráneo para este propósito. En Irlanda, el buccino del Atlántico *Nucella lapillus* fue utilizado para obtener tinte púrpura. El color púrpura significaba riqueza por el gran costo para entintar la ropa; no se debe olvidar que en los tiempos antiguos el buceo se realizaba sin ningún dispositivo auxiliar. Reyes y grandes sacerdotes, ostentaban ropas con este color y hasta la fecha la iglesia católica lo utiliza.

El tinte de *Plicopurpura pansa* y *Plicopurpura patula*, ya era utilizado por las culturas precolombinas para teñir ropa de fibras de agaves. Los Mayas también extrajeron el colorante de estas especies. El códice Nuttall muestra personajes usando ropas púrpuras; Antonio Ulloa en 1748 describió el uso de estos caracoles para

obtener el tinte; para teñir una camisa se requieren unos 300 caracoles de *Placopurpura*, pero presenta la ventaja de que estos caracoles pueden ser “ordeñados” para extraer el tinte sin sacrificarlos²⁰⁶.



Placopurpura pansa pegado en las rocas (I. March Mifsut).

Los deliciosos moluscos

En todo el mundo y desde la prehistoria, los moluscos han sido una importante fuente de alimento de fácil acceso. Esto ha permitido que muchas culturas que han habitado las costas puedan contar con una fuente nutritiva de alimento que se complementa con la pesca, la caza y la agricultura. En todo el mundo, son cientos de especies de moluscos con concha que se consumen como alimento, por lo que hay importantes pesquerías tanto de gasterópodos como de bivalvos.

En el año 2020, se encontraron evidencias de que la sopa de caracoles ya se consumía en Pompeya en el año 79 d.C., después de que quedara sepultada por la erupción del Vesubio²⁰⁷.

Los *Comca'ac* o Seri, indígenas de las costas de Sonora, en México, se han alimentado tradicionalmente del bivalvo *Pinna rugosa*, aunque su concha por estar poco calcificada no ha sido aprovechada²⁰⁸.

²⁰⁶ Heller, 2015.

²⁰⁷ Povoledo, 2020

²⁰⁸ Harasewych y Moretzsohn, 2010.



La “pata de mula” *Anadara tuberculosa* (Arcidae) es un bivalvo intensamente pescado en el Pacífico (I. March Mifsut).

En Vietnam se consume cotidianamente como alimento los caracoles de río del género *Viviparus* (Viviparidae)²⁰⁹.

Uno de los moluscos más buscados en todo el mundo, por su formidable sabor, es el abulón (Haliotidae); además de ser una delicadeza gastronómica, sus conchas son también muy apreciadas por el colorido nácar de su parte interna. En las aguas de Baja California, el abulón (*Haliotis corrugata* y *H. fulgens*) fue un importante alimento para los indígenas nativos y actualmente es una muy importante pesquería²¹⁰. Hoy en día, en la Isla Guadalupe del Pacífico mexicano, existe una importante pesquería de abulón, en donde los pescadores tienen que convivir con el tiburón blanco.

Las conchas como dinero

Los cauris han sido utilizados como ornamento y como dinero. Cauri (*cowrie*) se refiere a las “Cypraeas”, y la palabra viene de una palabra griega que significa “pequeño cerdo”, ya que estas conchas se asemejan a la parte posterior de un cerdo; los romanos les llamaban *porci* o *porculi*, de donde se derivó la palabra porcelana, otro término por el que se conoce a este grupo de caracoles²¹¹. Kauri es la palabra hindustaní para estas conchas²¹².

En China, los cauris se usaron como moneda desde el año 2,000 a. C.; en las tumbas egipcias se han encontrado cauris y desde tiempos inmemorables hasta la actualidad han sido utilizados como moneda en la región del Indo-Pacífico; una de las especies más abundantes y más utilizadas como moneda, lo refleja en su nombre científico: *Monetaria (Cypraea) moneta*. En África fueron utilizados también como moneda hasta el siglo XIX. Es interesante que algunas monedas fenicias tienen motivos representando conchas²¹³.

²⁰⁹ Poppe, 2016.

²¹⁰ Rebollo y Sáez, 2012.

²¹¹ Abbott, 1982.

²¹² Heller, 2015.

²¹³ Abbott, 1982.

En la antigua China, en los primeros tiempos de la edad de bronce hace 4,000 años, los cauris *M. moneta* y *M. annulus* fueron utilizados también como moneda. Los cauris también fueron usados para comprar esclavos en África; en 1849, pasaron por el puerto de Liverpool 300 toneladas de cauris para comprar esclavos en África.²¹⁴

Ornamentos, armaduras, trompetas, instrumentos musicales y objetos sagrados

Las conchas y diversos productos obtenidos de los moluscos han sido utilizados desde tiempos ancestrales para fabricar ornamentos y muy diversos artículos utilitarios producidos con distintos fines. Desde el 1500 a.C., las mujeres egipcias usaron perlas en pendientes y collares. Los pueblos originarios de América del Norte utilizaban las conchas del escafópodo *Dentalium* (Dentaliidae) para hacer collares; también utilizaron conchas y caracoles para hacer diversos ornamentos.

Dentro de los bivalvos del género *Pinna*, viven pequeños cangrejos comensales; estos pelecípodos generan unos filamentos sedosos con los que se confeccionaban finos guantes.²¹⁵

Las conchas de caracoles han sido utilizadas en distintos ritos religiosos de numerosas culturas desde hace muchos siglos, así como en ritos funerarios. Las conchas están ampliamente representadas en pinturas y esculturas. Las mujeres de Pompeya utilizaban los cauris como un amuleto para prevenir la esterilidad.²¹⁶

La cultura Mochica de Perú, representó en su cerámica a las conchas de *Cardium* (Cardidae) y de *Argopecten purpuratus* (Pectinidae). Hay edificios Mayas con ornamentos representando conchas de caracoles, y también están representados en los códices Mayas. Las conchas de la mano de león *Nodipecten subnodosus* (Pectinidae), fueron utilizadas por los Aztecas para confeccionar pendientes y pectorales. La concha de *Scutellastra (Patella) mexicana*, que es la más grande de las lapas, fue usada por los toltecas para elaborar colgantes llamados *oyohualli*.²¹⁷



La lapa reina *Fissurella maxima* (Fisurellidae) en el Pacífico es también otra lapa que alcanza dimensiones considerables (I. March Mifsut).

Las lapas están entre los gastrópodos más primitivos; su concha es cónica y son típicos de zonas inter-mareales; son herbívoros generalistas. Los fuertes músculos del pie les permiten adherirse a las rocas con mucha fuerza y

²¹⁴ Heller, 2015.

²¹⁵ Abbott, 1982.

²¹⁶ Abbott, 1982.

²¹⁷ Harasewych y Moretzsohn, 2010.

resistir al embate de las olas; una mucosidad muy pegajosa incrementa la adherencia. Algunas lapas pueden disolver la roca para conseguir aún más fijación. Pueden resistir a la desecación por lapsos considerables; los dientes de las lapas son de extrema dureza debido a que tienen fibras de silicato y pueden estar cubiertas por una capa de óxido de hierro en la forma de geotita.²¹⁸

Los ataúdes romanos tenían ornamentos simulando conchas y esta tradición aún se conserva en nuestros tiempos. La concha de *Pecten jacobaeus* se usa para representar al apóstol Santiago y es un símbolo utilizado en la parafernalia católica.²¹⁹

En sitios arqueológicos de las culturas Hopi, Azteca y Maya, se han encontrado trompetas ceremoniales elaboradas con las conchas de *Turbinella angulata* (Turbinellidae) y *Triplofusus* (*Pleuroploca*) *gigantea* (Fascioliariidae)²²⁰.



Triplofusus (Pleuroploca) gigantea (Fascioliariidae) es uno de los caracoles de mayor tamaño en el mundo (D. Gutiérrez Carbonell).

La cultura Chavín en las costas de Perú, utilizó las conchas de *Lobatus galeatus* (Strombidae) como trompetas ceremoniales. Los Incas también usaron conchas de caracol que adornaban con turquesas y sobre las que tallaban diversos motivos; los mensajeros incas llamados *chasquis* anunciaban su llegada a un puesto de relevo (tambo) tocando un caracol²²¹. En algunos poblados indígenas de los Andes de Perú, se sigue tocando el “pututu”.

²¹⁸ Heller, 2015.

²¹⁹ Abbott, 1982.

²²⁰ Harasewych y Moretzsohn, 2010.

²²¹ Heller, 2015.

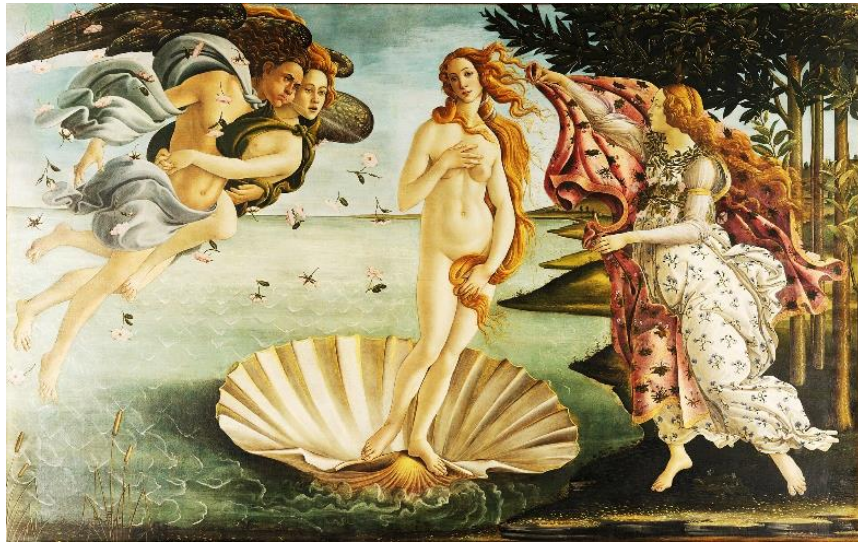


**Indígenas Quechua tocando un caracol en Pisac,
Cuzco, Perú (I. March Mifsut)**

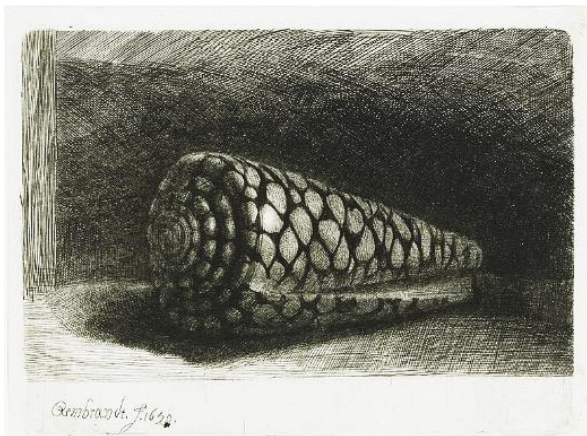
En el centro de México, los teotihuacanos tocaron conchas de *Triplofusus gigantea* y *T. princeps*; adornaban sus trompetas con plumas de quetzal en honor a su dios Quetzalcóatl. Los aztecas usaban conchas del caracol rosado o reina *Lobatus gigas* (Strombidae) para convocar las lluvias como regalo del dios Tláloc, y hoy en día se estos caracoles se siguen utilizando en rituales de pueblos indígenas de México como los Mayas Lacandones y los Huicholes²²².

En numerosas pinturas de la Edad media y del Renacimiento, hay abundantes representaciones de conchas de moluscos.

²²² Heller, 2015; obs. pers.



Se dice que la diosa Venus nació de una escalopa (*Pecten*), y así lo representó el magnífico pintor italiano del renacimiento Sandro Botticelli en su pintura titulada *La Nascita di Venere* (1482-1485).



Concha de *Conus marmoreus* dibujada por Rembrandt (1650).



Pintura "Conchas" de Balthasar Van Der Ast (1630-1650).

Las conchas de varias especies de la Familia Cassidae, son muy apreciadas por la industria de los camafeos, los cuales son medallones tallados en relieve sobre la concha, representando perfiles de personas o escenas diversas. Este tipo de camafeos aparecieron en el Renacimiento durante los siglos XV y XVI; primero se utilizaron conchas de cauris, pero a mediados del siglo XVIII se comenzó a usar las conchas de *Cassis tuberosa* del Atlántico tropical occidental; también se usa para la elaboración de camafeos las conchas de *Cypraea cassis rufa* del Pacífico y de *Cassis madagascarensis*. Muchos de los camafeos tallados a mano se hacen en Torre del

Greco, Italia, donde miles de personas se dedican a la industria de los camafeos, dándoles ganancias de 200 millones de USD al año²²³.



Concha de *Cypraea rufa* con un camafeo tallado (I. March Mifsut)

Con las conchas de *Nautilus* se han fabricado copas y cálices ornamentados con joyas y metales preciosos. En la heráldica, las conchas han sido también muy utilizadas como parte de los símbolos de distintos linajes nobles.

La concha de *Ovula ovum* (Ovulidae), confundida frecuentemente como una ciprea o porcelana, en Melanesia y Polinesia constituye un símbolo tribal.²²⁴

En la India, la concha del caracol ahí llamado “chank” *Turbinella pyrum* (Turbinellidae), ha sido considerada sagrada desde hace miles de años; este caracol es portado por el dios Vishnú como símbolo de su victoria sobre el diablo marino *Panchajanya*. En algún tiempo esta concha se usó como trompeta de guerra; ahora se usa en la India, Nepal y Tíbet, como trompeta que se hace sonar durante eclipses, terremotos y para alejar a espíritus malignos. Existe la creencia que al sonar una trompeta de chank, se reproduce el sonido “om” que es el sonido primigenio con el que comenzó la creación. En Sri Lanka es un ornamento muy utilizado²²⁵.

²²³ Heller, 2015.

²²⁴ Harasewych y Moretzsohn, 2010.

²²⁵ Heller, 2015.



La concha del caracol chunk *Turbinella pyrum* (Turbinellidae) de Sri Lanka (I. March Mifsut).

Ofrendas mortuorias

Es interesante que distintas culturas humanas a lo largo del tiempo de la civilización, han utilizado las conchas de moluscos como parte de las ofrendas funerarias. Un caso que me parece muy interesante, son las conchas de *Spondylus* spp. (Spondylidae), las cuales desde el año 2,800 a.C. han sido importantes ofrendas en entierros de las culturas Maya, Chimú, Chavín, Moche, Nasca e Inca en América, y de la Cultura que construyó Nan Madol en la isla de Pohnpei en Micronesia.

Las conchas de *Spondylus* (Spondylidae) son muy especiales por las numerosas proyecciones que tiene, y también por la variedad de colores. Sin embargo, no es fácil entender del todo porqué culturas tan contrastantes las utilizaron como ofrenda en los entierros y como símbolo de fertilidad. Para el caso de la Cultura Maya, las conchas de *Spondylus* se utilizaban para recibir las gotas de sangre que se ofrendaba a los dioses en los autosacrificios que se hacían punzándose con una punta de mantarraya²²⁶.



Las conchas de *Spondylus* tienen diversos coloridos según la especie y sus espinas ofrecen una eficiente protección contra los depredadores (J. Rickards Guevara).

²²⁶ Malbrán, 2013.

Especies altamente apreciadas por los coleccionistas

Existen numerosas especies que son muy buscadas por los coleccionistas; dos de ellas son el cauris dorado *Callistocypraea (Cypraea) aurantium* (Cypraeidae), el cual es de hábitos nocturnos al igual que la mayoría de las especies de esta Familia. El otro es el famoso “Gloria de los Mares” *Conus gloriamaris* (Conidae), el cual en el pasado estuvo altamente cotizado hasta que se localizaron nuevas poblaciones²²⁷. Se dice que en esos tiempos, el gloria de los mares era una de las conchas más caras llegando a alcanzar precios por arriba de los 50 mil USD.



Concha del “Gloria de los Mares” *Conus gloriamaris* (Conidae), aún considerada como rara por los coleccionistas (I. March Mifsut).



Concha de *Callistocypraea (Cypraea) aurantium* (Cypraeidae). Es una especie nocturna y se distribuye en el Indo-Pacífico (I. March Mifsut).

El primer espécimen del “gloria de los mares” *Conus gloriamaris* (Conidae) del que se tenga noticia, data de 1757 cuando una concha fue vendida por el coleccionista holandés de nombre Schluyter al Conde Adam Gottlob Moltke; este ejemplar fue descrito científicamente por Chemnitz en 1777 y el holotipo²²⁸ está actualmente en el museo de la Universidad de Copenhague²²⁹.

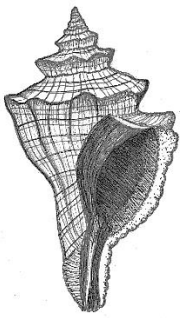
El *gloria de los mares* en 1957 era considerada una de las especies de caracoles más raras, pues se conocían hasta entonces menos de 30 ejemplares de esta especie. Ya en años más recientes, se encontraron nuevas poblaciones en el Indo-Pacífico a profundidades que van de los 10 a los 300 metros. Debido a su rareza en aquél tiempo, surgieron numerosas leyendas y mitos sobre este caracol, y aunque sigue siendo poco común, es una concha que sigue siendo adquirida por coleccionistas.

Los casos arriba mencionados, sobre los distintos usos dados a las conchas de los moluscos, son tan solo algunos que son representativos de la gran importancia que las conchas han tenido y tienen para las distintas culturas en el mundo.

²²⁷ Harasewych y Moretzsohn, 2010.

²²⁸ El holotipo se refiere al espécimen físico que fue utilizado para hacer por primera vez la descripción científica de la especie a la que corresponde.

²²⁹ Martínez López, 2019.



Epílogo

Para quienes admiramos a la naturaleza del planeta que habitamos, el mundo de los moluscos y sus conchas es realmente fascinante; las conchas nos ayudan a visualizar muchos de los procesos evolutivos que han generado una sorprendente diversidad de especies tan diferentes en los mares, continentes e islas de todo el mundo.

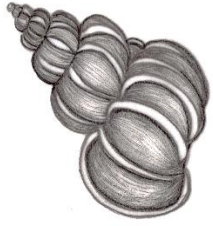
La evolución trabaja como una delicada maquinaria de relojería que se va optimizando así misma a través del tiempo; la manecilla de las horas va avanzando conforme lo hace la manecilla de los minutos y viceversa; al final, el avance de una depende de los avances de la otra. Ninguna puede avanzar sin la otra, y las dos son fundamentales para ir creando la historia evolutiva de la vida en sus distintas escalas.

Si en esta delicada maquinaria se extirpan piezas y engranes por extinción, la maquinaria se ve afectada y genera nuevas piezas que den balance al funcionamiento general. De esta manera, la maquinaria de la naturaleza se perpetua echando mano a nuevas soluciones.

Todos a quienes nos fascina leer y admirar a la naturaleza, vamos aprendiendo pequeños fragmentos de la maquinaria de la evolución. Las ideas que generan los coleccionistas de conchas son de enorme valor y sin duda pueden ayudar a producir nuevas hipótesis y teorías científicas.

Cuando veamos una concha, apreciemos no solamente la estética de estas obras de arte de la naturaleza, sino también percibamos el resultado de una larga historia de selección natural, competencia e interacciones entre depredadores y presas que han ocurrido por millones de años; será entonces cuando las conchas de los moluscos puedan ser apreciadas en todo lo que representan.

El coleccionista de conchas de moluscos debe ser, ante todo, responsable para contribuir a la conservación de los moluscos y de los ecosistemas en donde habitan; su afición nunca debe ser un factor que afecta a la biodiversidad, sino por todo lo contrario, debe contribuir a la conservación de la naturaleza utilizando a los moluscos como un vehículo de educación ambiental.



Referencias

- Abbott, R. Tucker, 1982. Kingdom of the seashell. Bonanza Books. NY. 256 pp.
- Abbott, R. Tucker, 1989. Compendium of landshells: A color guide to more than 2,000 of the world's terrestrial shells. American Malacologists, Melbourne, Fla. 240 pp.
- Abbott, R. Tucker and S. Peter Dance, 2000. Compendium of seashells: A color guide to more than 4,200 of the world's marine shells. Odysset Pub., 190 pp.
- Albano, P.G., Steger, J., Bošnjak, M., Dunne, B., Guifarro, Z., Turapova, E., Hua, Q., Kaufman, D.S., Rilov, G. and M. Zuschin, 2021. Native biodiversity collapse in the eastern Mediterranean. Proc. R. Soc. B 288: 20202469. <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.2469>.
- Armiñana, R., Fimia, R. y J. Iannacone, 2021. Catálogo ilustrado de los moluscos dulceacuícolas de Cuba. Ed. J. Iannacone. Lima, Perú. 102 pp.
- Barord, G.J., Combosch, D.J., Giribet, G., Landman, N., Lemer, S., Veloso, J. and P.D. Ward, 2023. Three new species of *Nautilus* Linnaeus, 1758 (Mollusca, Cephalopoda) from the Coral Sea and South Pacific. Zookeys 1143:51-69.
- Beissinger, S.R., 1990. Alternative foods of a diet specialist, the snail kite. The Auk. 107:327-333.
- Bertness, M.D. & C. Cunningham, 1981. Crab shell-crushing predation and gastropod architectural defense. J. P. Exp. Mar. Biol. Ecol. 50:213-230.
- Böhm, M., Dewhurst-Richman, N.D., Seddon, M., Ledger, S.E., Albrecht, C., Allen, D., Bogan, A.E., Cordeiro, J., Cummings, K.S., Cuttelod, A., Darrigran, G., Darwall, W., Fehér, Z., Gibson, C., Graf, D.L., Köhler, F., Lopes-Lima, M., Pastorino, G., Perez, K.E., Smith, K., van Damme, D., Vinarski, M.V., von Proschwitz, T., von Rintelen, T., Aldridge, D.C., Aravind, N.A., Budha, P.B., Clavijo, C., Van Tu, D., Gargominy, O., Ghamizi, M., Haase, M., Hilton-Taylor, C., Johnson, P.D., Kebapc, U., Lajtner, J., Lange, C.N., Lepitzki, D.A., Martínez-Ortí, A., Moorkens, E.A., Neubert, E., Pollock, C.M., Prié, V., Radea, C., Ramírez, R., Ramos, M.A., Santos, S.B., Slapnik, R., Son, M.O., Stensgaard, A.S. and Ben Collen, 2020. The conservation status of the world's freshwater molluscs. Hydrobiologia. 848: 3231-3254.
- Bouchet, P. and A. Abdou, 2003. Endemic land snails from the Pacific islands and the museum record: Documenting and dating the extinction of the terrestrial Assimineidae of the Gambier Islands. J. Moll. Stud. 69: 165-170.
- Bouchet, P., Bary, S., Héros, V. & G. Marani, 2016. How many species of molluscs are there in the world's oceans, and who is going to describe them?. in: Héros V., Strong E. & P. Bouchet (Eds.). Tropical Deep-Sea Benthos 29. Muséum National d'Histoire Naturelle. Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle 208. Paris: 9-24.

- Cavalcante, A.P.L. and H. Matthews, 2010. Predation by young *Cassia tuberosa* (Mollusca: Gastropoda: Cassidae) on *Lytechinus variegatus* (Echinodermata: Echinoidea), under laboratory conditions. Arq. Cien. Mar, Fortaleza. 43(2):55-58.
- Chen, C., Linse, K., Copley, J.T. and A.D. Rogers, 2015. The 'scaly-foot gastropod': a new genus and species of hydrothermal vent-endemic gastropod (Neomphalina: Peltospiridae) from the Indian Ocean. J. of Molluscan Studies. (2015): 1-13.
- Chiba, S. and R.H. Cowie, 2016. Evolution and extinction of land snails on oceanic islands. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics. 47:123-141.
- Conniff, Richard, 2016. Cazadores de especies: Héroes, locos y la delirante búsqueda de la vida sobre la Tierra. Fondo de Cultura Económica. México.
- Correa, J. y X.L. García, 2019. Distribución y abundancia del gavián caracolero (*Rosthramus sociabilis*) y la correa (*Aramus guarauna*) y su interacción con la chivita (*Pomacea flagellata*) en la Laguna Bacalar, Quintana Roo, México. Uitzil 20(1).
- Cuezso, M.G., 2013. Capítulo 19: Mollusca Gastropoda. en: Domínguez, E. y H.R. Fernández (Eds.). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Tucumán, Argentina. Pp. 595-629.
- Cuttelod, A., Seddon, M. and Neubert, E., 2011. European Red List of Non-marine Molluscs. Luxembourg: Publications Oice of the European Union. 97 pp.
- Czaja, A., Meza-Sánchez, I.G., Estrada-Rodríguez, J.L., Romero-Méndez, U., Sáenz-Mata, J., Ávila-Rodríguez, V., Becerra-López, J.L., Estrada-Arellano, J.R., Cardoza-Martínez, G.F., Aguillón-Gutiérrez, D.R., Cordero-Torres, D.G. y A.P. Covich, 2020. The freshwater snails (Mollusca: Gastropoda) of Mexico: updated checklist, endemism hotspots, threats and conservation status. Revista Mexicana de Biodiversidad 91 (2020): e912909.
- Dance, S. Peter, 1966. Shell collecting: An illustrated history. University of California Press. Berkeley.
- Dance, S. Peter, 2002. Shells. Smithsonian Books. DK. 256 pp.
- Dietl, G.P., 2003. Coevolution of a marine gastropod predator and its dangerous bivalve prey. Biological Journal of the Linnean Society. 80:409-436.
- Dutertre, S. and R.J. Lewis, 2011. Cone snail biology, bioprospecting and conservation. In: Gotsiridze-Columbus, N.S. (Eds.). Snails: Biology, Ecology and Conservation. Nova Science Publishers. Pp.85-104.
- Dutertre, S., Jin, A., Vetter, I., Hamilton, B., Sunagar, K., Lavergne, V., Dutertre, V., Fry, B.G., Antunes, A., Venter, D.J., Alewood, P.F. y R.J. Lewis, 2014. Evolution of separate predation- and defence- evoked venoms in carnivorous cone snails. Nature communications. 5:3521.
- Eisenberg, J.M., 1989. A collector's guide to seashell of the world. Bloomsbury Books.
- Field, J. y R. Calderón, 2010. Picadura por caracol *Conus*. Bol. Clin. Hosp. Infant. Edo. Sonora. México. 27(2): 137-141.
- Freitas, B. and K. Krishnasamy, 2016. An Investigation into the Trade of Nautilus. TRAFFIC, World Wildlife Fund. Washington DC. USA. 111 pp.
- Fryda, J., 2005. Gastropods. Fossil Invertebrates. Elsevier.

- González, C., Paz, X., Román, E. and M. Alvarez, 2006. Feeding habits of Woffishes (*Anarhynchus denticulatus*, *A. lupus*, *A. minor*). Northwest Atlantic Fisheries Organization. N5284. 16 pp.
- Grande, C. y R. Zardoya, 2012. 21. Moluscos. En: Vargas, P. y R. Zardoya (Eds.). El árbol de la vida: Sistemática y evolución de los seres vivos. Madrid.
- Hall, M.R., Motti, C.A. and F. Kroon, 2017. The potential role of the giant triton snail, *Charonia tritonis* (Gastropoda: Ranellidae) in mitigating population outbreaks of the crown-of-thorns starfish. Integrated Pest Management of Crown-of-Thorns Starfish. Report to the National Environmental Science Programme. Reef and Rainforest Research Centre Limited, Cairns. 58 pp.
- Harasewych, M.G. & F. Moretzsohn, 2010. The book of shells: A life-size guide to identifying and classifying six hundred seashells. The University of Chicago Press. 656 pp.
- Heller, Joseph, 2015. Sea snails, A natural history. Springer. 367 pp.
- Herbert, G.S., Dietl, G.P., Fortunato, H., Simone, L.R.L. and J.L. Sliko, 2009. Extremely slow feeding in a tropical drilling ectoparasite, *Vitularia salebrosa* (King and Broderip, 1832) (Gastropoda: Muricidae), on molluscan hosts from Pacific Panama. The Nautilus 123(3):121-136.
- Holland, B.S., 2009. Land snails. Encyclopedia of Islands. University of California. Pp. 537-542.
- Khon, A.J., Nishi, M. and B. Pernet, 1999. Snail spears and scimitars: a character analysis of *Conus* radular teeth. J. Moll. Stud. 65:461-481.
- Layer, R.T. and J. M. McIntosh, 2006. Conotoxins: Therapeutic Potential and Application. Marine Drugs 2006, 4, 119-142
- Lydeard, C., Cowie, R.H., Ponder, W.F., Bogan, A.E., Bouchet, P., Clark, S.A., Cummings, K.S., Frest, T.J., Gargominy, O., Herbert, D.G., Hershler, R., Perez, K.E., Roth, B., Seddon, M., Strong, E.E. and F.G. Thompson, 2004. The Global Decline of Nonmarine Mollusks. BioScience 54(4):321-330.
- Malbrán, A., 2013. El simbolismo de la concha entre los Mayas. Revista Digital Universitaria. UNAM. México. 15(5).
- Margulis, Lynn, 1971. Symbiosis and Evolution. Scientific America. 224: 48-57.
- Marshall, D.J., Abdelhady, A.A., Ting, D., Mustapha, N., Gödeke, S.H., Chandratilak, L y J.M. Hall, 2019. Biomonitoring acidification using marine gastropods. Science of the Total Environment. 692:833-843.
- Martínez López, C., 2019. El caracol más codiciado de la historia. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid, España.
- Monge Nájera, Julián, 2021. Los caracoles de Cleopatra, historia natural sobre caracoles y otros animales. Ed. K. Bonilla Badilla. Costa Rica. 77 pp.
- Moulton, D.E., Goriely, A. and R. Chirat, 2018. How shells take shape. Scientific American. 318(4): 68-75.
- Mujer, C.V., Andrews, D.L., Manhart, J.R., Pierce, S.K. and M. Rumpho, 1996. Chloroplast genes are expressed during intracellular symbiotic association of *Vaucheria litorea* plastids with the sea slug *Elysia chlorotica*. Proc. Nat. Acad. Of Science. 93: 12333-12338.
- Neubert, E., Seddon, M.B., Allen, D.J., Arrébola, J., Backeljau, T., Balashov, I., Bank, R., Cameron, R., de Frias Martins, A.M., De Mattia, W., Dedov, I., Duda, M., Falkner, G., Falkner, M., Fehér, Z., Gargominy, O., Georgiev, D., Giusti, F., Gómez Moliner, B.J., Groh, K., Ibáñez, M., Kappes, H., Manganelli, G., MartínezOrtí, A., Nardi, G., Neiber, M.T., Páll-Gergely, B., Parmakelis, A., Prié, V., Reischütz, A., Reischütz, P.L., Rowson, B., Rüetschi, J., Slapnik, R., Son,

- M., Štamol, V., Teixeira, D., Triantis, K., Vardinoyannis, K., von Proschwitz, T. and F. Walther, 2019. European Red List of Terrestrial Molluscs. IUCN: Cambridge, UK and Brussels, Belgium.
<https://portals.iucn.org/library/node/48439>.
- Nijman, V., 2019. Souvenirs, shells and the illegal wildlife trade. *Journal of Ethnobiology* 39(2).
- Norton, R.S. and B.M. Olivera, 2006. Conotoxins down under. *Toxicon*, 48(2006):780-798.
- Núñez, V., 2020. Una nueva era minera: Minería marina. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. ITACA. México. 147 pp.
- Oliver, A.P.H., 2004. Guide to Seashells of the World. Firefly Books. 320 pp.
- Olivera, B.M., 1997. Conus Venom Peptides, Receptor and Ion Channel Targets, and Drug Design: 50 Million Years of Neuropharmacology. *Molecular Biology of the Cell* Vol. 8: 2101-2109.
- Olivera, B.M., Gray, W.R., Zeikus, R., McIntosh, J.M., Varga, J., Rivier, J., De Santos, V. and L.J. Cruz, 1985. Peptide neurotoxins from fish-hunting cone snails. *Science*. 230 (4732): 1338-1343.
- Panha, S. and J. B. Burch, 2004. Mollusca. In: Yule, C.M. and Y Hoi Sen. *Freshwater Invertebrates of the Malaysian Region*. Academy of Science Malaysia. Pp. 207-224.
- Palmer, A.R., 1979. Fish predation and the evolution of gastropod shell sculpture: Experimental and geographic evidence. *Evolution*. 33(2) 697-713.
- Peters, H., 2019. Cone snails, a significant biomedical resource at risk. Thesis submitted for the degree of Doctor in Philosophy. University of York. 139 pp.
- Peters, H., O'Leary, B.C., Hawkins, J.P., Carpenter, K.E. and C. M. Roberts, 2013. Conus: First Comprehensive Conservation Red List Assessment of a Marine Gastropod Mollusc Genus. *Plos One*. 8(12): e83353.
- Pierce, S.K., Mangel, T.K., Rumpho, M.E., Hanten, J.J. and W.L. Mondy, 1999. Annual viral expressions in a sea slug population life control and symbiotic chloroplast maintenance. *Biol. Bull.*, 197:1-6.
- Poorman, L.H., 1981. *Rhizochilus* in the Gulf of California (Neogastropoda, Coralliophilidae). *The Veliger*. 24: 165-166.
- Poppe, Guido T., 2016. *Collecting Shells, in times of internet*. Conchbooks. German. 408 pp.
- Povoledo, E., 2020. Snail, fish and sheep soup, anyone? Savory new finds at Pompei. *The New York Times*. December 26, 2020.
- Proios, K., Cameron, R.A. y K. A. Triantis, 2021. Land snails on islands: building a global inventory. *Frontiers in Biogeography*. 2021,13.2, e51126.
- Rae, R., 2017. The gastropod shell has been co-opted to kill parasitic nematodes. *Nature Scientific Reports*.7:4745.
- Rebollo, D. y A. Sáenz, 2012. The historical ecology of Abalone (*Haliotis corrugate* and *fulgens*) in the Mexican Pacific. *México y la Cuenca del Pacífico*. 1(2):89-111.
- Ros, J. y J. Rodríguez, 1985. La simbiosis algal en *Elysia timida* Risso 1818, primeros resultados. *Univ. de Murcia, Anales de Biología*. 4:37-47
- Rumphius, G.E., 1999. *The Ambonese curiosity cabinet*. Yale University Press.

- Sälgeback, J., 2006. Functional morphology of gastropods and bivalves. Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Diss. from the Faculty of Science and Technology. 257. 31 pp.
- Sánchez, M.A. y V. Berovides, 1993. Conservation problems of landsnails in Cuba. Tentacle No. 3. Pp. 20-23.
- Schierenberg, A. and J. van Bruggen, s/a. Splendid Shell Books. Antiquariaat Junk B.V. Natural History & Travel Old & Rare Books. Amsterdam. 80 pp.
- Sttaford, E.S., Tyler, C.L. & L.R. Leighton, 2015. Gastropod shell repair tracks predator abundance. Marine Ecology, 36(2015):1176-1184.
- Sundaram, S. and V.D. Deshmukh, 2013. Gastropod operculum: a unique trade. Marine Fisheries Information Service
- Thomas, E.A., Molloy, A., Hanson, N.B., Böhm, M., Seddon, M. and J.D. Sigwart, 2019. A global red list for hydrothermal vent molluscs. Frontiers in Marine Science. 8: 713022.
- Vázquez, A.A. y S. Perera, 2010. Endemic freshwater molluscs of Cuba and their conservation status. Tropical Conservation Science. 3(2):190-199.
- Vermeij, G.J., 1974. Marine faunal dominance and molluscan shell form. Evolution 28:656-664.
- Vermeij, G.J., 1993. A Natural History of Shells. Princeton Science Library. 15. 215 pp.
- Vermeij, G.J., 2015. Gastropod skeletal defenses: Land, freshwater and sea compared. Vita Malacologica, 13: 1-25.
- Vermeij, G. J. and S.T. Williams, 2007. Predation and the geography of opercular thickness in turbinid gastropods. Journal of Molluscan Studies. 73:67-73.
- Vogler, R.E., Nuñez, V., Gutierrez, D.E., Beltramino, A.A. y J.G. Peso, 2012. *Melanoides tuberculata*: the history of an invader. En: Härmäläin, E.M. y S. Järvinen (Eds.). Biology and conservation. Nova Science Publ. Pp. 65-84.
- West, K. and A. Cohen, 1994. Predator-prey coevolution as a model for the unusual morphologies of the crabs and gastropods of Lake Tanganyika. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. 44: 267-283.
- Wood, E. and S. M. Wells, 1995. Chapter 4: Sustainable utilization The shell trade: a case for sustainable utilization. In: Kay, E.A. (Ed.). The Conservation Biology of Molluscs. Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission No.9. Pp. 41-52.
- Wye, K. R., 2015. The shell Collector's handbook. Wellfleet Press. 192 pp.

Apéndices

Apéndice 1.- Especies de moluscos reguladas por la CITES (Enero 2024).

Clase	Familia	Apéndice I	Apéndice II
Bivalvia	Mytilidae (Mejillones)		<i>Lithophaga lithophaga</i>
	Unionidae (Mejillones de agua dulce)	<i>Conradilla caelata</i>	
			<i>Cyprogenia aberti</i>
		<i>Dromus dromas</i>	
		<i>Epioblasma curtisii</i>	
		<i>Epioblasma florentina</i>	
		<i>Epioblasma sampsonii</i>	
		<i>Epioblasma sulcata perobliqua</i>	
		<i>Epioblasma torulosa gubernaculum</i>	
			<i>Epioblasma torulosa rangiana</i>
		<i>Epioblasma torulosa torulosa</i>	
		<i>Epioblasma turgidula</i>	
		<i>Epioblasma walkeri</i>	
		<i>Fusconaia cuneolus</i>	
		<i>Fusconaia edgariana</i>	
		<i>Lampsilis higginsii</i>	
		<i>Lampsilis orbiculata orbiculata</i>	
		<i>Lampsilis satur</i>	
		<i>Lampsilis virescens</i>	
		<i>Plethobasus cicatricosus</i>	
		<i>Plethobasus cooperianus</i>	
			<i>Pleurobema clava</i>
		<i>Pleurobema plenum</i>	
		<i>Potamilus capax</i>	
		<i>Quadrula intermedia</i>	
		<i>Quadrula sparsa</i>	
		<i>Toxolasma cylindrella</i>	
		<i>Unio nickliniana</i>	
		<i>Unio tampicoensis tecomatensis</i>	
		<i>Villosa trabalis</i>	
	Tridacnidae (Almejas gigantes)		Tridacnidae spp.
Cephalopoda	Nautilidae		Nautilidae spp.
Gastropoda	Strombidae		<i>Lobatus (Strombus) gigas</i>
	Achatinellidae (Caracoles ágata)	<i>Achatinella</i> spp.	
	Camaenidae (Caracoles verdes)		<i>Papustyla pulcherrima</i>
	Cepolidae (Caracoles cubanos)	<i>Polymita</i> spp.	