

CAPÍTULO 11

Una Introducción a los Fósiles de Invertebrados

Leandro Martín Pérez

Si consideramos la diversidad de organismos que habitan nuestro planeta, los invertebrados ocupan un lugar central en el desarrollo y evolución de la vida. Son los animales más comunes y no queda lugar del mundo donde uno deje de encontrarlos. Lo integran conjuntos independientes que en algunos casos llegan a ser muy numerosos y conocidos como son los protozoos (organismos unicelulares), poríferos (esponjas), cnidarios (medusas y corales), moluscos (almejas, caracoles, pulpos y calamares), artrópodos (insectos, cangrejos, langostinos, arañas y ciempiés), braquiópodos (lámparas de mar), equinodermos (estrellas de mar, erizos y lirios de mar) y otros no tan conocidos como los que habitan dentro de otros seres, tal es el caso de los gusanos que viven parasitando todo lo que encuentran a su alcance, como puede ser una planta, un animal vertebrado, e incluso hasta otro invertebrado; siempre que estos les brinden el alimento pararon el que puedan subsistir. El término 'invertebrado' se refiere así a una amalgama muy diversa que no forma un grupo evolutivo natural.

Encontrar un invertebrado es fácil, ellos habitan en casi todos los rincones del planeta, han desarrollado las más extrañas capacidades para volar, vivir en los cuerpos de agua, sobre la superficie de la tierra ó por debajo de ella; pueden cavar, perforar, prenderse de otros organismos para sustraerles los jugos que los alimentan o capturar activamente sus presas.

Si miramos dentro de nuestras propias casas podemos encontrar moscas y mosquitos, arañas en rincones del techo, en las

macetas del jardín donde están las flores que son visitadas por mariposas y abejas en busca del néctar o bien las babosas y caracoles que se comen las plantas, así también se hacen presentes las lombrices en la tierra de las mencionadas macetas; son solo algunos de estos lugares donde están conviviendo con nosotros algunos invertebrados.

Otro lugar interesante para encontrar representantes de este grupo es el océano. Si nos acercamos a una playa podemos ver en la orilla del mar cientos de restos de invertebrados esparcidos sobre la superficie de la arena. Tan es así que, sin saberlo, hemos recolectado infinidad de veces conchas de caracoles, valvas sueltas de bivalvos, pedacitos de corales, estrellas de mar, erizos y hasta algún que otro cangrejo, que están dispersos en la costa, y nosotros nos los encontramos caminando allí, donde las olas pasan y dejan sembrados los restos de las cosas que el mar atesora.

La mayor parte de los restos acumulados son producto del ataque de las olas a los arrecifes y fondos marinos, que con la energía que estas traen, rompen y escarban todo lo que encuentran a su paso, depositando en el mismo momento los restos de los materiales cerca del lugar de donde fueron retirados.

Conociendo poco de estos restos, ya nos podemos imaginar la enorme diversidad de formas de invertebrados que habitan el mar. Este número es incalculable y cada día conocemos más y más de estos organismos, pero sigue siendo una incógnita saber cómo son las relaciones que estos animales mantienen entre sí y con el resto de los organismos con los que forman las comunidades marinas; este secreto lo tiene guardado el mar y solo lo podemos desentrañar si nos internamos en ese extraño mundo.

¿Cómo se originaron los invertebrados?

El origen de los “invertebrados” se remonta a los primeros tiempos de la vida en el planeta, hace unos 3.700 millones de años; aunque para ese entonces las formas que habitaban el globo no tenían las mismas características que podemos ver hoy con solo abrir los ojos. Las primeras formas de vida eran solo unas pequeñas células microscópicas que se desarrollaban en el antiguo mar y que fueron cambiando a lo largo de miles de millones de años, de generación en generación.

Con el paso del tiempo, estos organismos fueron tomando diferentes características: algunos siguieron siendo solitarios, otros vivieron a costa de parasitar al prójimo y también hubieron algunos que llegaron a juntarse para formar los primeros agregados celulares. De esta manera fueron apareciendo en la tierra algunas formas similares a las que hoy conocemos como invertebrados.

Los primeros organismos tenían afinidades con las esponjas y las medusas actuales, como se puede ver en el registro fósil de Ediacara, un yacimiento excepcional de Australia central que data de 610 millones de años. Para ese entonces ya se registra una compleja comunidad marina conviviendo en los océanos del neoproterozoico, merodeando por las aguas cálidas de las costas de la era precámbrica y que fueron el preámbulo de la explosión cámbrica millones de años más tarde.

Con el inicio del período Cámbrico, hace unos 540 millones de años, en lo que se ha llamado “la gran explosión cámbrica”, la historia de los invertebrados cambió drásticamente. La aparición de todas las formas de animales más complejos que hoy conocemos se originaron en ese momento. La magnitud de la diversidad de ese entonces solo se puede comprender conociendo el registro fósil, y la aparición de los invertebrados documentada en las rocas dan cuenta de ello, tal como se puede observar en el famoso yacimiento de Burgess Shale en Canadá.

Desde los primeros momentos en la evolución del grupo de los invertebrados, se pueden ver las más diversas formas de adaptación a la locomoción y alimentación. Algunos tenían la capacidad de moverse en la columna de agua, otros de desplazarse por el fondo y, los más arriesgados, de vivir enterrados bajo el sedimento del suelo marino. De esta manera, no tardaron en colonizar todos los rincones del océano, hasta que lograron salir a la superficie terrestre cuando las posibilidades lo permitieron.

Hoy en día convivimos con millones de insectos. Estos animales son el resultado de millones de años de evolución y diversificación de los artrópodos, que se originaron en el mar y que un buen día lograron salir a la superficie terrestre para invadir cada rincón del planeta.

Curiosamente, y no por eso nos tenemos que sorprender, alguna de las primeras observaciones sobre los fósiles de invertebrados fueron hechas por Leonardo Da Vinci. Son conocidas sus comparaciones entre las conchillas que aparecían al pie de los Alpes y sobre ellos.

Muchos otros científicos que lo sucedieron realizaron estudios y observaciones con restos de invertebrados, hasta el mismo Charles Darwin se interesó en la vida de los corales, las lombrices y los balanos, que recolectaba en sus viajes. Esto significa que desde hace muchos años, el hombre está explorando la naturaleza en busca de información que le cuente cómo fue la vida de los invertebrados en el pasado.

Así como se conocen las investigaciones para Europa, en el nuevo mundo también fueron iniciadas hace mucho tiempo. Las primeras observaciones de la fauna y flora del nuevo continente fueron contemporáneas con los viajes de los adelantados, quienes llevaron animales y curiosidades a sus reyes, recolectadas en su paso por América.

Los viajes exploratorios organizados por España, Portugal, Inglaterra y Francia hacia el siglo XIX, fueron los que propicia-

ron la llegada de los naturalistas a las tierras sudamericanas y con esto todo un mundo de descubrimientos. Así fue como surgieron los primeros reportes de los invertebrados que habitan las costas americanas. Los fósiles del grupo también se conocieron gracias a las publicaciones de personalidades como Charles Darwin (1839) y Alcide d'Orbigny (1842), que dieron comienzo a los descubrimientos en este lado del mundo y fueron rápidamente seguidos por muchos investigadores, siendo algunos de ellos personas que estaban habitando en el mismo territorio americano.

¿Cómo puedo reconocer a un invertebrado?

Resulta sencillo reconocer a un invertebrado, como lo dice la palabra misma, un invertebrado sería un animal que no tiene vértebras. Con esta idea quedan fuera de la lista los animales que llevan un esqueleto con huesos (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos). Pero, como este concepto sigue siendo muy amplio, tenemos que aclarar que dentro de "invertebrados" se suelen incluir a los protozoos (organismos unicelulares) y a los metazoos (organismos pluricelulares), estos últimos son los que más nos interesa destacar. Los metazoos reúnen a los animales que llevan una organización tan sencilla como la de una esponja, hasta los insectos con las comunidades más sofisticadas que podemos encontrar sobre la tierra, como las hormigas o las abejas.

Si nos concentramos en el ambiente marino, podemos encontrar a los invertebrados viviendo en la franja litoral a lo largo de toda la zona intermareal (espacio de la playa entre la línea de pleamar y bajamar) y en la zona litoral donde el agua está más calma, algo más alejado de la playa, detrás de la zona donde rompen las olas. En menor medida, algunos de ellos evolucionaron un tipo de vida en aguas abiertas, colgados de la columna de agua o nadando de forma muy activa de un lado a otro. Otras especies viven

en profundidades poco exploradas de los océanos, allí donde no llegan los rayos del sol y todo se vuelve oscuridad y frío.

La diversidad de formas y tamaños que estos animales suelen adoptar es llamativa. Algunos animalitos pueden ser microscópicos, del tamaño de una cabeza de alfiler, y otros de varios metros como los calamares gigantes de las profundidades.

En cuanto a los colores y adaptaciones especiales, muchos utilizan recursos para protegerse y alimentarse, desarrollando estructuras especializadas como son los brazos de los pulpos para desplazarse y capturar presas, los ocelos (pequeños ojitos) y los poderosos músculos de los bivalvos para estar alerta al peligro, para la excavación y natación de alguna de las formas posadas. O las células urticantes de los cnidarios que utilizan para defenderse o paralizar a las posibles presas de las que se alimenta.

Muchos de ellos desarrollan aparatos filtradores como los lirios de mar, braquiópodos y algunos bivalvos, y para ello buscan las aguas claras que les permitan utilizar este recurso de manera más eficiente. Otras estructuras son especialmente diseñadas para el desplazamiento por el fondo, como las patas de los cangrejos y los podios (apéndices locomotores) de las estrellas de mar. Pero así como las utilizan para “caminar por el suelo marino”, algunos otros crustáceos como las langostas modifican esos apéndices locomotores para pegar saltos rápidos y así escapar de los predadores y nadar enérgicamente en la columna de agua.

Entre los más conocidos y numerosos grupos invertebrados tenemos a los moluscos que, a su vez, están integrados por formas muy diversas y se caracterizan por llevar mayormente un esqueleto externo llamado concha o conchilla. Como podemos ver en los caracoles de tierra y en los marinos, esta conchilla puede estar presente como una pieza espiralada que llevan a cuevas y utilizan a modo de protección. En el caso de los bivalvos, tan comunes de ver en nuestras playas, utilizan ambas valvas para diversas funciones: excavar en la arena y así protegerse de los predadores,

fijarse a las rocas y posarse sobre el sedimento mientras filtran el agua para alimentarse. Otros moluscos como los pulpos y los calamares (cefalópodos), elijen moverse libremente por la superficie del fondo marino y por la columna de agua a gran velocidad, propulsados por un chorro de agua que despiden en el movimiento de natación.

Otro grupo interesante es el de los equinodermos, entre los cuales cuentan las estrellas de mar. Estos animales con un esqueleto duro, con y sin espinas y con una morfología variada entre las que se destacan las formas de estrella, se mueven por el fondo del océano en busca de comida raspando las rocas, atrapando sus presas o filtrando el agua de mar para capturar las partículas en suspensión que puedan servirles como alimento. El tiempo que no utilizan para alimentarse lo aprovechan para ocultarse bajo las rocas o enterrarse en el sedimento para no pasar a ser la comida de otros animales.

Existe también un pequeño grupo de invertebrados que es el de los braquiópodos que, al igual que los bivalvos, tienen un cuerpo protegido por una conchilla externa compuesta por una valva superior y una inferior. Pueden vivir fijos al sustrato o quedar posados sobre él; solo unos pocos se entierran en el sedimento y generalmente se reúnen formando poblaciones que pasan el tiempo al igual que los lirios de mar de los equinodermos: filtrando el agua para conseguir el sustento.

Otros invertebrados son las esponjas (Poríferos) y los corales (Cnidaria), que forman grandes arrecifes costeros en las aguas cálidas del Mar Caribe. Estas bioconstrucciones son el microambiente donde se desarrollan complejas comunidades de organismos que se relacionan entre sí, como ocurre con los invertebrados que viven adheridos a los cuerpos coralinos y los peces que merodean en busca de protección y alimento. También son refugio de muchas especies que encuentran en los arrecifes las guaridas para no ser atrapados por los predadores que pasan al acecho. Muchos

animales dependen de estas construcciones de origen animal para desarrollar sus vidas y es en las costas con aguas cálidas donde la generación y crecimiento de estas estructuras se hacen más complejos.

El principal factor que condiciona el desarrollo de los arrecifes es la temperatura del agua y ésta, a su vez, depende de las corrientes marinas y de la posición latitudinal de la costa. Esto explica la existencia de los fenomenales arrecifes coralinos que encontramos hoy en la costa venezolana, que la hacen tan interesante para experimentar la sensación de observarlos con tan solo bucear unos metros por debajo del agua, para ver cómo interactúan los organismos y como se construyen las cadenas tróficas entre los seres que conforman el arrecife.

Los invertebrados en las costas venezolanas

Venezuela posee una larga superficie costera, con un litoral marino que llega a una extensión de 4.000 km sobre el extremo sur del Mar Caribe. Este territorio cuenta con diversos ambientes marinos, un gran número de playas cristalinas y coloridas arenas, más de trescientas islas y archipiélagos, lagunas costeras, estuarios, zonas de manglares y abundantes áreas pantanosas como ocurre en la zona deltaica del Río Orinoco, todos estos lugares con condiciones propicias para el desarrollo de comunidades marinas litorales.

La diversidad de animales que se observa en las costas nos indica que los invertebrados predominan por sobre el resto de los organismos que integran las comunidades. En gran parte del litoral es posible ver cómo las olas rompen sobre los arrecifes coralinos, que forman barreras o grandes cuerpos de roca cercanos a la playa. En estos ambientes, se entrapan grandes cantidades de sedimento que junto a las rocas bioconstruidas por los corales, propician la llegada de los animales típicos de las zonas rocosas y de los suelos blandos.

La mayor parte de la fauna la integran moluscos, crustáceos y cnidarios, aunque es importante la presencia de briozoos, equinodermos y gusanos de todo tipo que excavan el sedimento blando del fondo. Asimismo, entre los arrecifes conviven centenares de peces y otros vertebrados como tortugas y cetáceos (delfines y ballenas) que acompañan la actividad del sistema.

Estos ecosistemas son el resultado de millones de años de evolución en el área. Los cambios que se fueron dando en la región del Mar Caribe a lo largo de la historia geológica, permitió la migración y colonización de los invertebrados desde otras zonas hacia la costa venezolana y desde ésta hacia lugares lejanos de latitudes más altas. En este sentido, una buena forma de averiguar los detalles de esta historia es estudiando los restos fósiles de los invertebrados marinos que se preservaron en el territorio venezolano.

Los rasgos que dominan las comunidades costeras de Venezuela fueron generados a partir de los cambios en las masas continentales y al movimiento de las masas de agua. Los organismos que habitan en la costa comparten características con las faunas de las islas y litorales marinos de otros países caribeños. En un pasado no muy lejano, hace unos 15 millones de años atrás, la distribución de los territorios fue muy diferente, como así también la altura media del nivel del mar. Parte del territorio que hoy corresponde al Estado Falcón, en el occidente de Venezuela, estuvo bajo el agua del mar. La evidencia de ello se preserva en los fósiles de invertebrados que afloran en muchos sitios de la Península de Paraguaná y en la zona aledaña al pueblo de Urumaco.

Para la época geológica conocida como Mioceno (entre los 23 y 7 millones de años), esta zona del territorio venezolano fue cubierta por un mar de características semejantes a las observadas en parte de la actual costa venezolana; esto puede ser inferido debido a la gran cantidad de especímenes fósiles provenientes de la Formación Urumaco, específicamente de la localidad "El Hatillo",

ubicada entre la costa y la ruta que une Coro con el Estado Zulia, a la altura del pueblo de Urumaco. En este sitio los invertebrados fósiles que habitaron el mar venezolano se encuentran dispersos por el terreno pudiendo verse una diversidad tan alta como la actual, que referencian la existencia de un ecosistema de aguas cálidas, y con una alta productividad orgánica, pero con la ausencia de grandes bioconstrucciones coralinas, las cuales para la zona ya habían desaparecido hacia finales del Oligoceno-principios del Mioceno. En contraposición con el presente, para ese entonces, la ausencia de grandes arrecifes diferencian aquellos mares del presente, quedando en el pasado las grandes bioconstrucciones, desaparecidas hacia finales del Oligoceno y comienzo del Mioceno. Kenneth Johnson del Museo de Historia Natural de Londres y sus colaboradores (2009) han documentado los cambios en las especies y comunidades de corales en base a estudios detallados de fósiles de la Sierra de San Luis y del área de Urumaco en Falcón.

Los rasgos mencionados evidentemente nos están indicando que las condiciones del litoral marino en la zona, fueron diferentes a lo que podemos observar por ejemplo en la Península de Paraguaná hoy en día o en otros puntos de la costa marina de la región. Por lo que se puede considerar que esta ausencia de arrecifes coralinos pudo haber sido simplemente por ciertas condiciones del agua. Es posible imaginar que si bien la temperatura pudo haber sido similar a la actual, la suspensión de partículas sedimentarias no propiciaron el desarrollo de los grandes arrecifes coralinos, proceso que está muy relacionado con aguas marinas turbias por la desembocadura de grandes ríos, tal como ocurre frente a la desembocadura del Río Amazonas y Orinoco, donde no existen arrecifes coralinos.

Retomando la observación de la fauna hallada en “El Hatillo”, se puede resaltar que esta asociación fósil, tiene un particular interés para la historia de la costa falconiana. En este sitio se conjuga una muestra de los animales que habitaron el litoral marino,

todo concentrado en un área pequeña del terreno. Los restos de conchas dispersas sobre la superficie muestran un marcado dominio de los moluscos sobre otro grupo de invertebrados; de los cuales muchos se encuentran en posición de vida en los sedimentos que algún momento conformaron parte del lecho hundidos sobre el fondo, enterrados en los primeros centímetros del sedimento o moviéndose sobre la superficie en busca de alimento. Estos invertebrados fueron acompañados en sus días por abundantes vertebrados marinos, como tiburones, rayas, peces óseos, tortugas y algunos mamíferos marinos. Restos de estos animales están asociados a los invertebrados, y su evidencia fósil es conocida gracias a dientes, espinas, aguijones, vertebras y fragmentos de caparzones.



Figura 11.1. La Localidad de 'El Hatillo' de la Formación Urumaco es muy rica en fósiles de invertebrados marinos. Foto Jorge D. Carillo-Briceño.

Los invertebrados que componen esta asociación, en su mayoría son formas que gustaban de vivir en la zona que se ubicada por detrás de las línea de rompiente de las olas, a escasos metros de profundidad de la playa. Esta franja es la más iluminada, donde la luz y el calor del sol llegan hasta el fondo mismo del mar dándole vida a todo el sistema, principalmente a las algas microscópicas que sostienen la pirámide alimenticia en el lecho marino. La mayoría de las conchas preservadas son de bivalvos, aunque abundaba la de caracoles gigantes (gasterópodos) del género *Strombus* y turritellas, que en esta zona parecen haber tenido una rica diversidad de formas. Estos gasterópodos junto a otros más pequeños vivieron cazando y ramoneando en el fondo marino, para luego esconderse bajo el fango a la espera de no ser vistos. Un comentario especial merece los bivalvos que fueron conservadas en su posición de vida original. En este sitio existen muchos ejemplos de especímenes que han quedado enterrados en el lugar donde habitaban, sin lograr escapar al momento del sepultamiento; hoy se los puede ver marcando el área misma que comprendía la zona intermareal de la costa. Estos ejemplares son una pieza fundamental para la reconstrucción de la antigua línea de costa, ya que si los comparamos con las formas afines que viven hoy en día en la región, podemos estimar con cierta exactitud la configuración costera de aquel momento y en donde se encontraba la zona intermareal y de rompiente.

De la información recabada en la comunidad del “El Hatillo”, es posible reconstruir las condiciones ambientales del mar y la dinámica poblacional de la biota marina. Los restos fósiles nos hablan de las relaciones que funcionaron en el pasado entre los invertebrados y vertebrados con su hábitat. Una de las evidencias más certeras hasta el momento, es que en el Mioceno, la línea de costa marina se encontraba un kilómetro al sur de lo que es hoy en día la costa falconiana, con predominio de un mar cálido como el actual, habitado por una biota litoral algo diferente a la actual;

aunque sin las extensiones arrecifales que se pueden observar en la actualidad en la región falconiana.

Con el acercamiento entre los territorios de Centro y Sur América, la circulación de las corrientes marinas fue cambiando y con ello también cambió la distribución de la fauna de invertebrados. La unión entre Panamá y América del Sur, hace unos 3,5 millones de años aproximadamente, modificó la circulación de las masas de aguas en la zona del Caribe. Antes de establecerse el actual istmo de Panamá, es posible que las corrientes marinas hayan comunicado las aguas cálidas de las costas venezolanas con lo que hoy se corresponde a la costa Pacífica de América del Sur, al otro lado del puente. Como consecuencia del levantamiento de esta barrera geográfica (istmo de Panamá), las larvas de los organismos que circulaban entre el "Atlántico" y el "Pacífico" ya no lo hicieron más, las costas del norte de América del Sur cambiaron para siempre y con esto las asociaciones faunísticas que evolucionaron a cada lado del istmo.

Finalmente, la historia cambió una vez establecido el istmo de Panamá, dando origen a lo que conocemos hoy en día como Mar Caribe, cuyas aguas calmas y cálidas propiciaron el desarrollo de biotas marinas muy diversas. Valorar esta magnífica diversidad actual y disfrutarla, es el desafío; sin olvidar que cuanto más se siga indagando y tratando de conocer los secretos del pasado a través de los fósiles, podremos comprender mejor el dinamismo de nuestro planeta y estar preparado para los cambios naturales que en un futuro tendremos que afrontar.



Figura 11.2. Extracción y muestras de invertebrados fósiles de la Formación Caujarao, miembro Muaco, Estado Falcón. Debajo, de izquierda a derecha: coral, molde de bivalvo y equinodermos. Para detalles sobre el registro fósil de equinodermos en Venezuela, ver Mihaljević y colaboradores (2010). Para detalles sobre el registro de corales, ver Johnson y colaboradores (2009). Fotos por Cathy Villalba.