

Paleontología general

Invertebrados

Blanca Estela Buitrón Sánchez

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería
División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra
Departamento de ~~Ingeniería del Petróleo y Geohidrología~~
Geología

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
Ciudad Universitaria
Delegación Coyoacán
04510, México D.F.

SECRETARIA GENERAL

UNIDAD DE APOYO EDITORIAL

EDITORAS DE ESTA OBRA

Lic. Irma Hinojosa Félix
Lic. María Cuairán Ruidíaz
Dra. Blanca Estela Buitrón Sánchez

PROLOGO

Con la finalidad de resolver las necesidades y expectativas de los estudiantes de geología y biología, sobre el conocimiento de los invertebrados fósiles de México, se escribió este libro, acorde con el programa de la cátedra de Paleontología, que se imparte en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Actualmente no existe un texto de paleontología escrito en México, de tal manera que los estudiantes tienen dificultades para consultar fuentes de información, principalmente extranjeras y fuera de su alcance económico.

La trascendencia del estudio de los invertebrados fósiles, muy abundantes en México, radica en que, el conocimiento de la edad de las rocas que los contienen, de las condiciones ambientales donde vivieron y de su distribución paleogeográfica, contribuye a la resolución de problemas geológicos. Estos conocimientos se aplican en la prospección de recursos minerales, entre ellos el petróleo, con una obvia importancia económica para el país.

La obra comprende trece capítulos. Los dos primeros contienen aspectos introductorios al estudio de los fósiles, y los subsecuentes tratan sobre los diversos grupos de invertebrados, desde los puntos de vista de su morfología y taxonomía, de su importancia estratigráfica y paleoecológica. Además, cada capítulo incluye ilustraciones, principalmente de fósiles mexicanos; al término de éstos, se presenta un glosario de vocablos morfológicos básicos de los grupos y se proporciona la bibliografía general con énfasis en los trabajos mexicanos. Al final del libro se encuentra la tabla del tiempo geológico y un índice de géneros y especies.

La autora agradece sinceramente a todas las personas que con su trabajo y entusiasmo hicieron posible la publicación de este libro. Entre ellas, al doctor Ricardo Padilla y Sánchez, jefe de la División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, por su decidido apoyo y entusiasmo por la publicación de literatura paleontológica en español.

A las doctoras Alicia Silva Pineda, investigadora del Instituto de Geología y profesora de la cátedra de Paleontología, en la Facultad de Ingeniería y Silvia Elizabeth Rivera Olmos, profesora de la cátedra de Paleontología y Estratigrafía de las facultades de Ciencias e Ingeniería de la UNAM, por la revisión crítica del texto y sus atinadas correcciones para mejorarlo. Al M. en C. Fidel Soto Jaramillo, investigador del Instituto Mexicano del Petróleo, quien revisó el capítulo de micropaleontología y aportó datos que lo complementaron. A la licenciada Irma Hinojosa Félix, jefa de la Unidad de Apoyo Editorial de la Facultad de Ingeniería, quien tuvo a su cargo la edición y a la licenciada María Cuairán Ruidíaz, que por sus conocimientos y experiencia aportó valiosas sugerencias, desde el punto de vista didáctico y realizó la corrección de estilo; a ellas mi reconocimiento por su interés en la publicación de este libro.

Asimismo, un agradecimiento particular al señor Adán Castro Flores, quien de manera creativa y profesional elaboró la mayoría de las ilustraciones y a los señores Julio Cerecedo Buitrón y Ricardo González Ramírez, que colaboraron con entusiasmo y dedicación en la ilustración del texto. Finalmente, agradezco al ingeniero Jorge Arturo Buitrón Sánchez, profesor del laboratorio de Paleontología, de la Facultad de Ingeniería, la incansable labor desarrollada en las múltiples transcripciones mecanográficas del borrador y de la versión final para su impresión.

Por otra parte, espero que este libro llene las necesidades e inquietudes de los estudiosos de las Ciencias Naturales y si así es el caso, sin duda mi esfuerzo se verá recompensado al introducirlos al conocimiento apasionante de la vida en el pasado. Este modesto aporte al conocimiento de los invertebrados fósiles, podrá ser superado en futuras ediciones con las observaciones y sugerencias de mis colegas.

Blanca Estela Buitrón Sánchez

La autora dedica este libro al personal de la Unidad de Apoyo Editorial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, en el X aniversario de su fundación, por la labor desarrollada en la publicación de literatura especializada y accesible para los estudiantes de la ingeniería.

P R E S E N T A C I O N

En 1970, los estudiantes de alguna de las carreras que se imparten en la División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, no contaban con textos en español. En 1980, los profesores de estas especialidades habían escrito y puesto a disposición de los estudiantes tres obras. En diciembre de 1988 la División, y la Facultad disponían ya de 42 textos en nuestro idioma, producto de una intensa actividad académica que indudablemente constituye un apoyo muy importante al proceso enseñanza-aprendizaje.

Lo anterior es parte del complejo conjunto de apoyos a la educación que, desde luego, se complementa con el uso de los libros más recientes editados en el mundo y por las revistas periódicas que se reciben cotidianamente en esta Facultad.

El valor de obras como ésta, radica en que los problemas planteados y sus ejemplos se refieren a localidades mexicanas, que pueden ser visitadas en cualquier momento, además de que su organización y desarrollo siguen muy de cerca el programa vigente de las asignaturas de los diferentes planes de estudio.

Cabe señalar que los invertebrados constituyen un grupo de fósiles muy abundantes y de gran importancia en México, por lo que es necesario estudiarlos para conocer con precisión las condiciones ambientales que prevalecían cuando fueron depositadas las rocas que los contienen.

Por todo lo anterior, es muy satisfactorio presentar esta obra de la Dra. Blanca Estela Buitrón Sánchez, que estoy seguro constituirá un valioso apoyo para la preparación científica de los estudiantes de la Carrera de Ingeniero Geólogo y de todos aquellos ajenos a esta Facultad, pero interesados en la Paleontología de invertebrados, pues esta obra es la primera de este tipo que se produce en México.

DR. RICARDO JOSE PADILLA Y SANCHEZ
JEFE DE LA DIVISION DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM

Cd. Universitaria, D.F., Abril de 1989.

*nuevo
fundado*

C O N T E N I D O

CAPITULO 1	CONCEPTOS ESENCIALES Y METODOLOGIA PALEONTOLOGICA	1
CAPITULO 2	PRESENTACION DE LA INFORMACION PALEONTOLOGICA FUNDAMENTAL. REINO ANIMAL	29
CAPITULO 3	PHYLUM PROTOZOA	49
CAPITULO 4	PHYLUM PORIFERA	87
CAPITULO 5	PHYLUM ARCHAEOCYATHA	101
CAPITULO 6	PHYLUM COELENTERATA	107
CAPITULO 7	PHYLUM BRYOZOA	133
CAPITULO 8	PHYLA RHYNCHOCOELIA, NEMATHELMINTHA, ANNELIDA, CHAETOGNATA Y SIPUNCULOIDEA	145
CAPITULO 9	PHYLUM BRACHIOPODA	153
CAPITULO 10	PHYLUM MOLLUSCA	171
CAPITULO 11	PHYLUM ARTHROPODA	257
CAPITULO 12	PHYLUM ECHINODERMATA	287

CAPITULO 13 CLASE GRAPTOLITHINA 325

ESCALA GEOLOGICA 335

INDICE DE GENEROS Y ESPECIES 337

CAPITULO 1 CONCEPTOS ESENCIALES Y METODOLOGIA PALEONTOLOGICA

CONCEPTO DE PALEONTOLOGIA, SU POSICION ENTRE LAS CIENCIAS NATURALES

La paleontología es la ciencia que estudia a las plantas y a los animales que vivieron en la Tierra en épocas anteriores a la actual. Este estudio se realiza desde diferentes puntos de vista, entre ellos el descriptivo, el filogenético y el de su distribución en el espacio y en el tiempo.

La palabra paleontología se deriva de las voces griegas *palaio*, que significa antiguo, *onto*, el ser y *logos*, tratado; es decir, es el estudio de los fósiles.

Los fósiles se encuentran principalmente en las rocas sedimentarias, en algunas rocas metamórficas de origen sedimentario y excepcionalmente en las rocas volcánicas. De tal manera que la paleontología es una ciencia auxiliar de la geología, en cuanto que estudia a los restos orgánicos que se encuentran en los estratos, lo que permite establecer correlaciones estratigráficas con otros lugares, para determinar la edad relativa de las rocas que los contienen.

Como la base de la investigación paleontológica la constituye el conocimiento de las plantas y de los animales fósiles, se auxilia de la botánica y de la zoología para comprender las estructuras no conservadas y las funciones desconocidas

de los organismos del pasado geológico. Asimismo, se apoya en la física, la química y las matemáticas, entre otras ciencias, para interpretar la vida pretérita y su entorno ecológico.

EL MUNDO VIVIENTE, DIVERSIDAD Y DISTRIBUCION ACTUAL

La biogeografía trata de la distribución de las plantas y los animales en la Tierra. La dispersión de las especies está limitada por factores físicos, alimenticios, de competencia interespecífica, etc., de tal manera que muchas especies no se encuentran en todos los lugares continentales o acuáticos del mundo. Actualmente, en las áreas continental y marina, existe una gran variedad de especies de las que se han descrito aproximadamente un millón de animales y 350 mil de vegetales, que caracterizan varias regiones biogeográficas del mundo (figura 1.1).

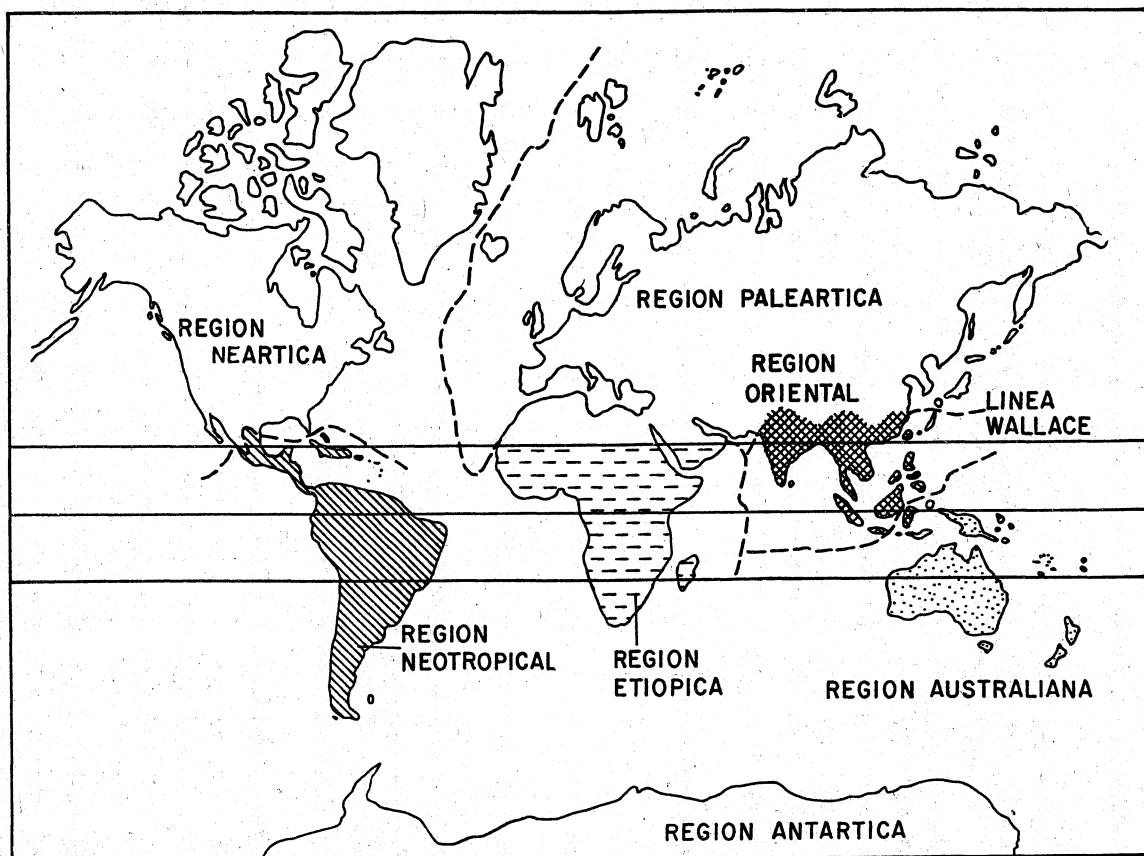


Figura 1.1 REGIONES ZOOGEOGRAFICAS

REGION PALEARTICA

La forman Europa, norte de Africa y Asia, con excepción de India, Indochina y el archipiélago malayo. La región se caracteriza por presentar una diversidad de animales cuyos ancestros la invadieron en el Cuaternario, y se adaptaron a los cambios climáticos producidos por las glaciaciones e interglaciaciones. Entre ellos, se citan al camaleón, puerco espín, mono, gamuza, íbex, marmota, liebre alpina, perdiz, reno del ártico, y antílope.

REGION NEARTICA

Queda comprendida en Norteamérica hasta la mesa central mexicana y tiene como habitantes al bisonte, caribú, toro almizclero, cabra, perro de las praderas, ardilla, topo, carnero montés, berrendo, crócalos, monstruo de Gila y guajolote.

REGION NEOTROPICAL

La forman América del Sur, las Antillas, América Central y las zonas tropicales de México. De esta región son propios el armadillo, perezoso, oso hormiguero, tlacuache, marmota, zarigüeya, mono araña y otros platirrinos, jaguar, llama, coatí, mapache, capibara, cuyo, manatí, pécari, ñandú, quetzal, cóndor, iguana, boa, etcétera.

REGION ETIOPICA

Comprende Africa, con excepción de la parte norte mediterránea y parte de Arabia. Esta región tiene entre otros animales al hipopótamo, rinoceronte, elefante africano, gorila, chimpancé, jirafa, cebra, antílope, avestruz. La isla de Madagascar se caracteriza por la presencia de lemúridos y la ausencia de serpientes.

REGION ORIENTAL O INDOMALAYA

Comprende a los países tropicales de Asia, localizados al sur del Himalaya. Viven en ella lemúridos, tarseros, jaguar, elefante, tapir indico, pangolín, rinoceronte, tigre, pavo real, ave del paraíso, ofidios, gibón, orangután y macaco.

REGION AUSTRALIANA

En el pasado geológico el continente australiano se aisló tempranamente del resto del mundo y por esto su fauna es muy particular, presenta mamíferos primitivos, entre ellos los monotremas (equidna y ornitorrinco) y marsupiales (canguro, koala, diablo de Tasmania, topo). Entre las aves hay pavo, casuar, kivi, ave lira y entre los reptiles, tuatara (*Sphenodon*). El dingo, jabalí y perro salvaje fueron introducidos por el hombre.

REGION ANTARTICA

Comprende a la Antártida y archipiélagos e islas próximas. Debido a su aislamiento natural, actualmente está poco poblada, no obstante hay aves marinas, cetáceos, peces e invertebrados.

AMBIENTE MARINO

El agua de los océanos y la continental abarca casi las cuatro quintas partes de la superficie terrestre. Las diferencias físico-químicas que caracterizan al medio acuático aunadas a su amplia extensión, han propiciado el desarrollo de una gran variedad de plantas y animales en el pasado y en la actualidad. En estos días los animales se encuentran viviendo a través de todo el océano, desde la superficie hasta las grandes profundidades, siendo más abundantes y diversos en la zona litoral y en la plataforma continental.

En el océano se distinguen dos regiones: la bentónica que se refiere al fondo oceánico y la pelágica que comprende el volumen de agua. La región bentónica se subdivide en la zona litoral, la zona sublitoral, la zona batial, la zona abisal y la zona hadal.

La zona litoral se localiza entre la alta y baja marea. Desde el punto de vista biológico es una zona imprecisa, tanto por su cercanía al continente como al mar, de donde recibe influencias mutuas que se manifiestan en la biota que la caracteriza. En esta zona viven verméticos, pelecípo-

dos, gasterópodos, crustáceos y equinodermos entre otros, fijos al fondo y a las rocas o que se desplazan libremente.

La zona sublitoral queda comprendida entre la anterior y hasta 200 m de profundidad; es decir, hasta donde termina la plataforma continental. La iluminación y abundancia de alimento permiten el desarrollo de una macrofauna variada, que se caracteriza por el grosor y colorido de sus conchas y de una proliferación de la microfauna cuya acumulación constituye lodos orgánicos.

La zona batial queda comprendida entre los 200 m y los 2,000 m y corresponde al talud continental. Se caracteriza por ser una zona con poca iluminación y con corrientes marinas que permiten mantener la temperatura constante, de tal manera que hay abundantes animales carnívoros, entre los que destacan cefalópodos, crustáceos y peces.

La zona abisal queda comprendida entre los 2,000 y 6,000 m y la zona hadal por debajo de los 6,000 m. Ambas se caracterizan porque debajo de los 1,000 m se encuentran cubiertas por lodos orgánicos, como los de globigerínidos, diatomeas y radiolarios, entre otros.

La región pelágica se subdivide en las zonas nerítica y oceánica. La zona nerítica comprende gran parte de la plataforma continental hasta los 200 m de profundidad, cuyas condiciones son muy variables debido a la influencia del continente, el cual aporta agua dulce y sedimentos; además es una zona bien oxigenada e iluminada, donde la variedad de organismos es notable.

La zona oceánica se encuentra después de los 200 m de extensión y se caracteriza porque el agua es limpia debido a la lejanía de la costa, y cuenta con menor número de especies vivientes. En relación a la profundidad del mar se encuentran diversos tipos de organismos; en las zonas iluminadas predominan los vegetales y los animales son herbívoros, a medida que se desciende en el mar, los vegeta-

les disminuyen en relación a la menor intensidad de la luz y los animales son carnívoros.

Independientemente de la zona en que los organismos se desarrollan, se clasifican por sus características ecológicas en bentónicos, cuando sus hábitos son sedentarios y yacen sobre el fondo o son cavadores (corales, bivalvos, equinodermos, crustáceos, etcétera) y en nectónicos, cuando se desplazan libremente como los cefalópodos, peces, reptiles y mamíferos. El último grupo lo constituyen los animales planctónicos que viven en la zona iluminada del mar, donde flotan pasivamente. El plancton está formado principalmente por microorganismos vegetales y animales, larvas de invertebrados y huevos de peces (figura 1.2).

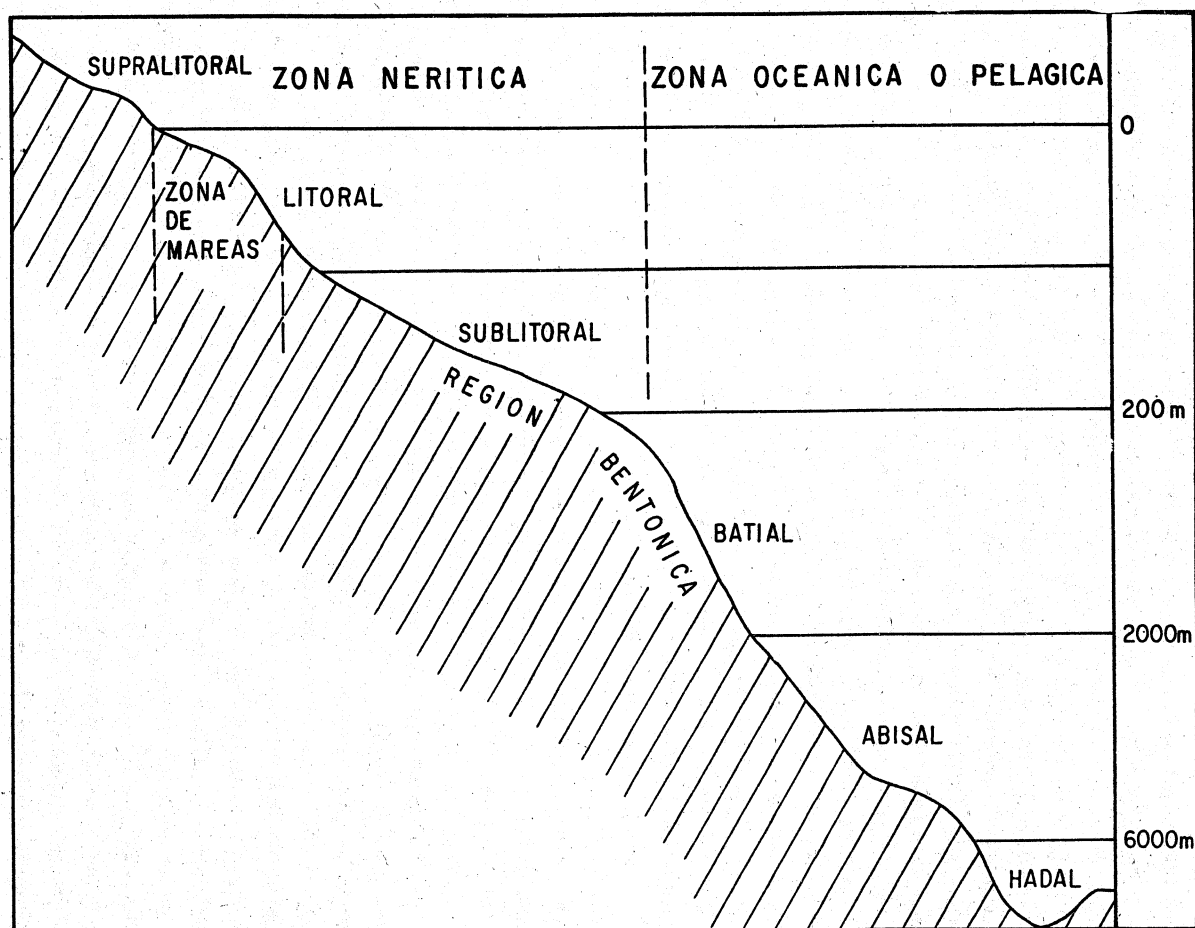


Figura 1.2 ZONACION MARINA

El análisis de la distribución de los seres vivos permite percatarse que hay una gran variedad de formas adaptadas a diferentes ambientes, pues unos habitan en los océanos, ríos y lagos y otros en lugares desérticos, tropicales, templados o fríos, a diferentes profundidades y altitudes.

Sin embargo, en todos transcurre su existencia bajo un denominador común de alimentación, crecimiento, reproducción y la obtención de un espacio vital para desarrollarse.

CLASIFICACION DEL MUNDO ORGANICO

Desde hace mucho tiempo el hombre tuvo la necesidad de clasificar a las plantas y a los animales, con objeto de conocerlos mejor para utilizarlos en la alimentación, como medicamentos, en la fabricación de vestido, como bestias de carga, entre otros usos, y es así como de esta práctica surgieron las clasificaciones utilitarias, que se siguen usando en nuestros días.

Cuando el hombre se interesó por la Naturaleza desde un punto de vista científico, surgieron las clasificaciones artificiales, en las que se agrupan los organismos con ciertas características morfológicas, similares y lógicas, sin considerar sus relaciones de parentesco. Posteriormente con la concepción darwiniana de 1859, sobre el proceso evolutivo en la Naturaleza y basándose en la Clasificación Binomial propuesta por Linneo en 1757, los naturalistas idearon una clasificación moderna que se apoya en afinidades estructurales, fisiológicas y lógicas de los organismos, reflejo de sus relaciones naturales como interpretación de su evolución. De esta manera, se agrupan en conjuntos o categorías taxonómicas, las plantas y los animales con características similares restringidas, quedando subordinados a otros grupos con características similares más amplias.

La unidad de clasificación es la especie y se define como el conjunto (población) de organismos con similitudes morfológicas y fisiológicas que son interfecundos y que proceden de un antecesor común.

Las especies afines se agrupan en la categoría taxonómica siguiente que es el género, varios géneros semejantes se agrupan en la familia, las familias en el orden y los órdenes en clases y éstas en filos (*Phylum* en latín es el singular y *Phyla* es el plural). Existen categorías intermedias como subphylum, subclase, suborden, subfamilia, subgénero y subespecie o variedad. El hombre se clasifica de la manera siguiente:

Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Clase	Mammalia
Subclase	Eutheria
Orden	Primates
Familia	Hominidae
Género	<i>Homo</i>
Especie	<i>Homo sapiens</i> Linneo

EL PROBLEMA DE LAS CATEGORIAS TAXONOMICAS EN PALEONTOLOGIA

La concepción específica en paleontología es más difícil de establecer, debido a que únicamente se hace en relación a sus características morfológicas y no fisiológicas (interfecundidad) como es factible establecer en las especies vivientes. En los afloramientos es frecuente encontrar fragmentos esqueléticos de invertebrados, como es el caso de las placas columnares del tallo de los crinoides, las espículas de esponjas y holoturias, las radiolas de los equinoides, entre otros; fragmentos esqueléticos y dientes de vertebrados y esporas y polen de las plantas. Asimismo se hallan pistas o huellas de invertebrados, coprolitos de diversos animales, cuyo valor estratigráfico es indiscutible. En tal caso es necesario clasificarlos para poder

utilizar la información adecuadamente. Por su carácter de fósiles fragmentarios es común que se utilicen métodos parataxonómicos o de nomenclatura convencional binómica, que no tienen la significación biológica de los taxa tradicionales. También se utilizan los números en vez de nombres específicos o genéricos, pero no es recomendable, pues se pierde la calidad de la información morfológica, que está implícita en esos taxa.

CONSIDERACIONES SOBRE EL ORIGEN DE LA VIDA

La Tierra se originó hace aproximadamente 4,500 millones de años, posiblemente por condensación gradual de polvo interestelar. Los fósiles más antiguos de los que se tiene noticia son indicios químicos de compuestos complejos de carbono que se encuentran en las rocas de la Formación Fig Tree, en Africa del sur, con una antigüedad de 3,000 millones de años. Descartando varias teorías, por ser poco probables, entre ellas la del origen extraterrestre de los seres vivos, parece ser posible que los primeros organismos surgieron a partir de sustancias inorgánicas por la acción de factores físicos del ambiente. No se sabe con exactitud cómo y cuándo surgió la vida sobre la Tierra; sin embargo para ello tuvo que haberse formado primero la corteza terrestre y los océanos. En un principio la atmósfera de la Tierra no fue igual a la actual, pues era rica en hidrógeno (aproximadamente contenía 90%) y helio en proporción de tres a uno. El campo gravitacional de la Tierra no era capaz de retener las moléculas de hidrógeno y helio, sin embargo podía retener amoníaco (NH_3), metano (CH_4) y bióxido de carbono (CO_2). El oxígeno no existía libre.

El océano original de la Tierra contenía bióxido de carbono y amoníaco, solubles en el agua. Actualmente los rayos ultravioleta que emite el sol reaccionan con el oxígeno formando una variedad energética llamada ozono, cuya acumulación aproximadamente a 24 km de la corteza terrestre

integra la ozonósfera, permitiendo que sólo lleguen a la superficie pequeñas cantidades de rayos ultravioleta.

En la atmósfera primitiva, no existía el oxígeno libre, por lo que no había ozono, de tal manera que los rayos ultravioleta emitidos por el sol llegaban directamente a la corteza, proporcionando la energía para transformar las moléculas sencillas de agua, bióxido de carbono y amoníaco en moléculas cada vez más complejas.

En 1953, Miller, hizo circular durante una semana, una mezcla de agua, amoníaco, metano e hidrógeno a través de descargas eléctricas, simulando las condiciones primitivas del océano y encontró al final, la existencia de algunos aminoácidos muy sencillos. De ahí se infiere que la energía radioactiva o ultravioleta propició que el océano primitivo se llenara de sustancias cada vez más complejas, como los aminoácidos, azúcares, porfirinas y nucleótidos, que al combinarse unas con otras formaran, en el caso de los aminoácidos, proteínas y en el caso de los nucleótidos, ácidos nucleicos. A través de millones de años, quizá por azar, se formó una molécula de ácido nucleico, lo suficientemente compleja, para dar lugar al origen de la vida sobre la Tierra. Integrada esta molécula de ácido nucleico, aparecieron en el océano equivalentes a genes de vida libre o a virus que se multiplicaron a expensas de otros compuestos. El proceso de duplicación seguramente fue imperfecto y se formaron muchas cepas de virus y sólo a través de una selección natural se produjeron cepas mejores, que heredaron a sus descendientes las especializaciones adquiridas. Estos grupos más perfectos se nutrieron de las nucleoproteínas menos eficientes. Ciertos virus pudieron formar una membrana que permitiera el paso de moléculas sencillas (azúcares y aminoácidos), con el objeto de tener reservas alimenticias. Formándose así, células muy primitivas. Algunas células desarrollaron clorofila, que las capacitaba para fabricar almidón y proteínas a través de agua, bióxido de carbono y minerales, utilizando como fuente de energía la luz solar.

Las células vegetales sirvieron de alimento a las células animales, haciendo posible que la vida se multiplicara y diversificara en los océanos o mares. Lo valioso de la fotosíntesis fue que se enriqueciera la composición de la atmósfera, porque cuando el bióxido de carbono y el agua se combinan por la acción de la clorofila para formar el almidón, se desprende oxígeno y forma parte de la atmósfera. En resumen, se cree que hace muchos millones de años con los rayos de un sol incandescente sobre un océano con multitud de materias amoniacales y con una atmósfera venenosa, debió iniciar su existencia una molécula viva de ácido nucleico por medio de mecanismos desconocidos hasta ahora.

CONCEPTO DE FOSIL

La palabra fósil deriva de *fodere* (excavar) y de *fossilis* (obtener excavando). Se considera fósil cualquier evidencia directa (conchas, huesos, madera, esporas, semillas, etc.) o indirecta (galerías, coprolitos, gastrolitos, pistas de gusanos, depósitos de minerales, etc.) de la vida del pasado geológico. Para determinar si se trata de un fósil, se ha fijado una antigüedad de 10,000 años, límite entre el Pleistoceno y el Reciente o entre la prehistoria y la historia. De tal manera, que si se encuentra un resto orgánico o una huella producto de su actividad biológica, con una antigüedad menor, se le considera como un subfósil, aun en el caso de que sea un organismo extinto.

CONSIDERACIONES SOBRE EL VOLUMEN Y PRODUCTIVIDAD EN LOS SISTEMAS VIVIENTES

Aproximadamente se han descrito dos millones de especies animales y un millón de vegetales vivientes, aun cuando el número pueda ser mayor. En contraste han sido descritas 130,000

especies fósiles , esto es, cerca del 8.7% del número de especies vivientes conocidas y menos del 3% del total probable. Estas consideraciones son particularmente significativas, cuando se sabe que el registro fósil cubre lo menos 500 millones de años y la fauna y flora viviente representa únicamente un instante del tiempo geológico.

Hay dos alternativas de explicación para la desproporción entre los millones de años transcurridos y la escasez de material fósil. Una es que en el pasado geológico no hubo una gran diversificación de especies u otros taxa, y la otra, que es la más plausible, es que no todo lo que muere tiene probabilidades de fosilizar pues las plantas, aves y hombre fósiles son escasos, ya que viven en las áreas continentales y otros animales como los invertebrados marinos son más abundantes, pues al morir quedan cubiertos rápidamente por los sedimentos y al resguardo de agentes destructores, con más posibilidades de convertirse en fósiles.

PROCESOS DE FOSILIZACION

Fosilización es el conjunto de procesos físico-químicos que ocurren en un organismo después de su muerte, hasta transformarse en un fósil. Para que esto ocurra es imprescindible que el organismo tenga estructuras esqueléticas como los huesos y dientes de los vertebrados, las conchas o protecciones en los invertebrados y la madera en las plantas, pues las estructuras blandas rara vez fosilizan.

Otra condición es que el organismo al morir quede cubierto o protegido de agentes destructores del medio ambiente, entre los que están los cambios de temperatura, el viento, el oleaje, etc. (mecánicos); la acción destructora de bacterias, hongos, etc. (biológicos) y la oxidación (químicos).

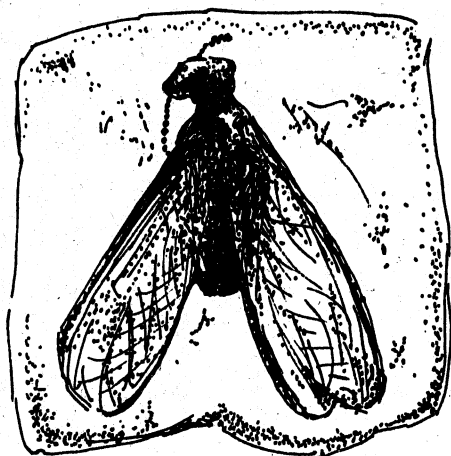
La posibilidad de fosilización es siempre menor en las áreas continentales, que en las cubiertas por el agua marina o lacustre. No todos los fósiles son iguales en función de varios factores, entre ellos, la composición química de sus esqueletos o recubrimientos: en los invertebrados, los exo o endoesqueletos están formados por calcita o aragonita, quitina, sílice, etc., en los vertebrados, por fosfato de calcio y en las plantas, por celulosa y lignina. La fosilización depende también del sedimento que los cubrió en función del medio en que vivieron o quedaron sepultados.

Entre los fósiles se pueden distinguir dos tipos principales, los que conservaron todas las partes del cuerpo, es decir, el esqueleto y el tejido blando y los que fosilizaron de manera parcial, fundamentalmente las partes esqueléticas.

En el primer caso la conservación completa del organismo se debió a la momificación, congelación o inclusión en material aséptico. Existen fósiles excepcionalmente conservados por momificación o deshidratación, como aconteció con los rinocerontes momificados que fueron encontrados en las minas de asfalto en Galitzia, Austria; con los restos humanos del Paleolítico de las turberas de Prusia Oriental.

Entre los organismos conservados por congelación son célebres los mamutes de Siberia y Alaska, en los que se hicieron estudios de las partes blandas inclusive de la sangre, encontrándose, como era de esperarse, relaciones estrechas de parentesco con los elefantinos asiáticos actuales. Las inclusiones de ámbar permiten la conservación externa de los organismos completos, principalmente esto aconteció en lugares donde había plantas que secretaron resinas que atraparon diversos insectos, arácnidos, polen y esporas de las plantas. Existen tres localidades únicas en el mundo donde se colectan estos fósiles, una es la muy famosa localidad del Báltico, cuya explotación de ámbar se hace desde los griegos y romanos. En este lugar del norte de Europa había bosques de pinos de la especie

Pinus succinifera, cuyas secreciones de resina pegajosa incluyeron insectos, arañas y fragmentos de plantas del Oligoceno, con una antigüedad de 38 millones de años. La otra se encuentra en Santo Domingo, en la República Dominicana, que algunos paleontólogos consideran extensión de las diversas localidades del sureste de México. En el estado de Chiapas son varias las minas de ámbar, entre ellas, la de Santa Catarina y la de Simojovel que se formaron por la acumulación y cristalización de una resina producida por una planta leguminosa; de ellas se ha hecho un estudio minucioso encontrándose varios géneros de insectos, arácnidos y plantas principalmente. La edad de estas inclusiones se fija en el límite del Oligoceno-Mioceno (Terciario) con una antigüedad de 26 millones de años (figura 1.3).



Termita Isoptera (*Heterotermes primaevus* Snyder) conservada en ámbar, del Oligoceno de Simojovel, Chiapas.

Figura 1.3

La conservación parcial, sin alteración de los organismos, es más probable que se dé sobre las partes esqueléticas que ofrecen mayor resistencia a los agentes destructores del ambiente. Entre los que se conservan parcialmente están los que tienen esqueletos calcáreos en su variedad de calcita, que es la forma más estable del carbonato de calcio; como ejemplo se pueden citar a los foraminíferos, esponjas, briozoarios, braquiópodos, moluscos, crustáceos, equinodermos, algas calcáreas, que se conocen desde el Paleozoico.

En otros, las conchas son de aragonita, forma inestable del carbonato de calcio, como en los moluscos y corales

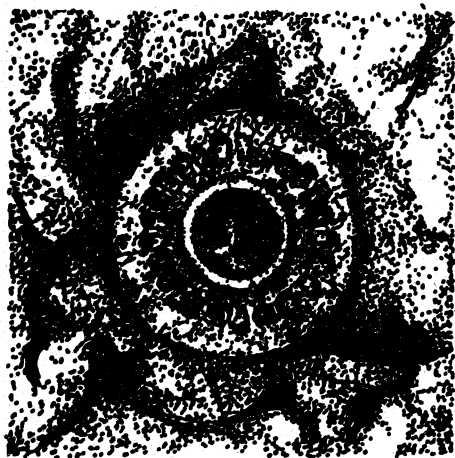


Figura 1.4

Alga Clorofita-dasicladacea (*Triploporella* sp.) calcificada, del Maastrichtiano de Chiapas.

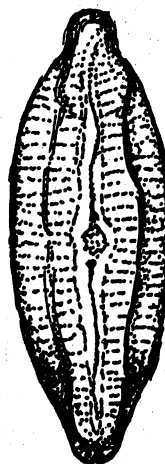


Figura 1.5

Diatomea silicificada (*Mastogloea* sp.) del Pliopleistoceno de Tlaxcala.

Los esqueletos de otros organismos como las algas (diatomeas) y protozoarios (radiolarios y silicoflagelados) están formados por sílice, este material es inestable y sólo se conoce sin alterar desde el Cenozoico (figura 1.6).

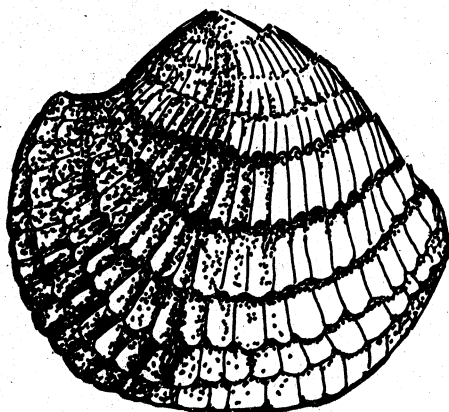


Figura 1.6

Concha de aragonita (*Chione guppyana* Gabb), del Mioceno de Santa Rosa, Veracruz.

Los conodontos, conuláridos y algunos braquiópodos tienen el exoesqueleto quitinofosfático, material estable desde el Paleozoico (figura 1.7).

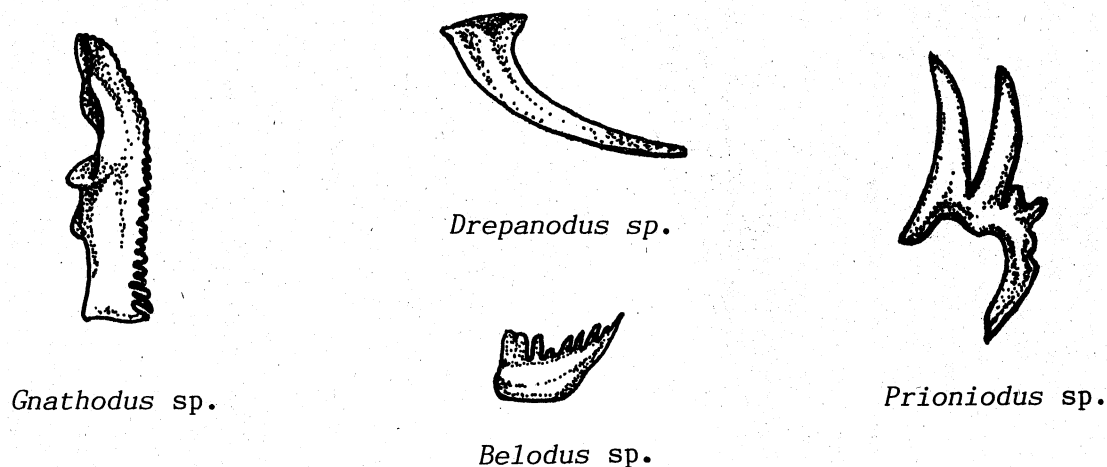


Figura 1.7 CONODONTOS DE EXOESQUELETO QUITINOFOSFATICO DE VARIAS REGIONES DEL PALEOZOICO DE MEXICO

Los esqueletos quitinosos de los artrópodos y graptolitos se conocen del Paleozoico porque la quitina es un polisacárido resistente a la acción de agentes bacterianos o de otro tipo (figura 1.8).

Graptolito conservado por un escleroprótico que forma su exoesqueleto (*Dictyonema flabelliforme*), procedente del Tremadociano de Ixtaltepec, Oaxaca.

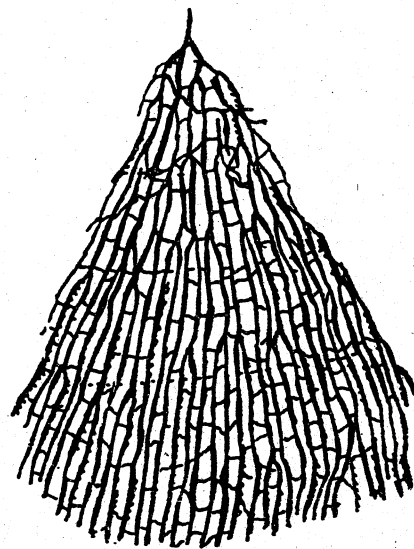


Figura 1.8

La mayoría de los fósiles se conservaron por la alteración de sustancias que originalmente constituían su cuerpo. Las formas de conservación más frecuentes son la petrificación o permineralización y el reemplazamiento o recubrimiento.

La mayoría de los fósiles son el resultado de una petrificación o permineralización. Esto ocurre cuando un organismo muerto queda cubierto por el depósito continuo de los sedimentos en las zonas acuáticas (océánicas, lagunares, etc.) y el agua, junto con sustancias disueltas en ella, atraviesa los poros e intersticios de las estructuras, relleniéndolas y endureciéndolas de tal manera que se conservaron bien (figura 1.9).

Molar permineralizado de un proboscideo (*Cuvieronius arellano*) Ochoterena y Silva) procedente del Pleistoceno de Oaxaca.

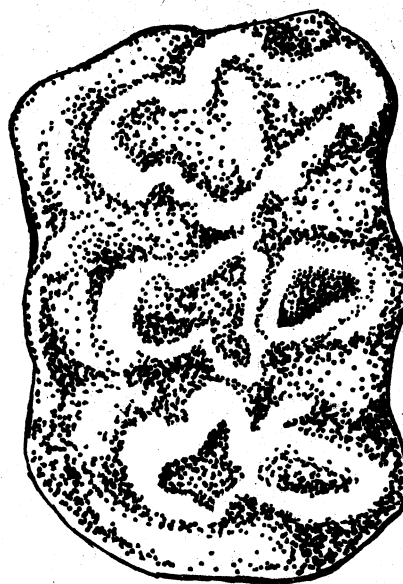


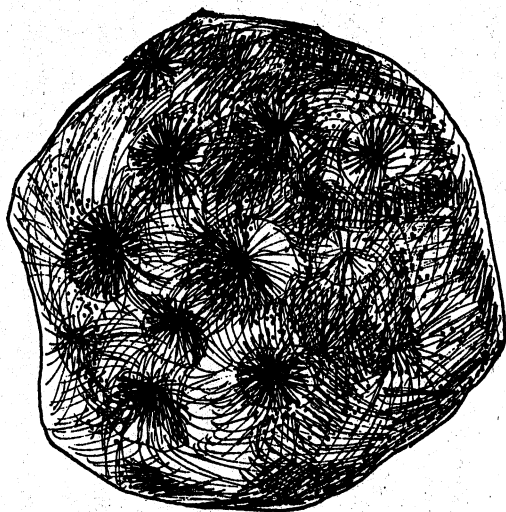
Figura 1.9

REEMPLAZAMIENTO O SUSTITUCION

Este proceso de fosilización consiste en que no se conserva la sustancia original, pues es sustituida por otra del medio donde quedó sepultado el organismo; una particularidad es que los fósiles conservan con detalle las estructuras internas y externas. El reemplazamiento puede ser por calcio, sílice, pirita o marcasita, limonita o hematita y carbón.

Algunos autores opinan que no hay tal sustitución de la materia original, sino que es un recubrimiento de la misma por algún mineral y al desaparecer el material original del que estaba formado el organismo, quedó el recubrimiento. La calcificación ocurre cuando el resto orgánico que ha de fosilizar, queda incluido en rocas en las que predomina el carbonato de calcio y da lugar a fósiles calcificados

como los corales, equinodermos, moluscos y algas calcáreas, entre otros (figura 1.10).



Coral calcificado (*Synastrea* sp.) del Cretácico Superior de San Luis Potosí.

Figura 1.10

Algunos organismos que vivieron en ambientes pantanosos o cerca de volcanes, donde abunda el sílice, al morir se sustituyó o recubrió el material original de sus estructuras, dando por resultado fósiles silicosos; es el caso de los vegetales que presentan sus tejidos asombrosamente bien conservados. En México, en los estados de Michoacán (Huetamo) y Coahuila (Nueva Rosita) se encuentran con frecuencia troncos silicificados. En el caso de los invertebrados hay sustitución del carbonato de calcio original de sus conchas por sílice, por ejemplo, en los rudistas radiolíticos de varias localidades de México, entre ellas, en el Cretácico de Morelos, Guerrero y Chiapas (figura 1.11).

Rudista-hipurítido silicificado del Cretácico Superior de Morelos.



Figura 1.11

La piritización se efectúa en ambientes anaeróbicos por la reacción del ácido sulfhídrico con las sales de fierro disueltas en el agua, cuyo resultado es la formación de sulfuro de hierro; esta sustancia recubre o reemplaza al material original y como resultado da fósiles piritosos, en crustáceos, moluscos, graptolitos y vegetales; estos últimos especialmente en estratos hulleros, con una conservación excelente. En México, provenientes de Otongo, en el estado de Hidalgo, hay amonitas piritizadas (figura 1.12).

Fragmento de amonita piritizado (?*Mazapilites*) del Jurásico Superior de la región de Otongo, Hidalgo.

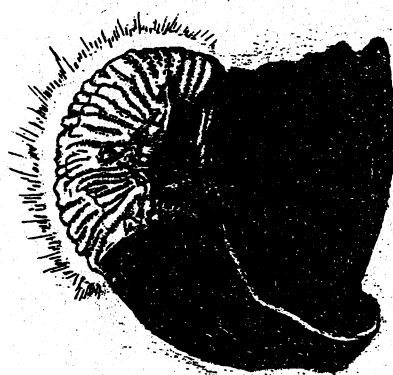
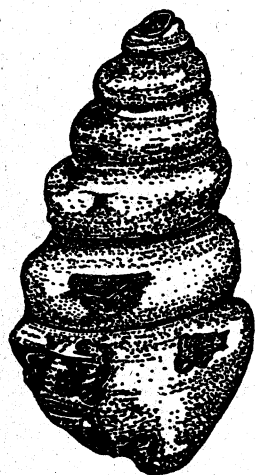


Figura 1.12

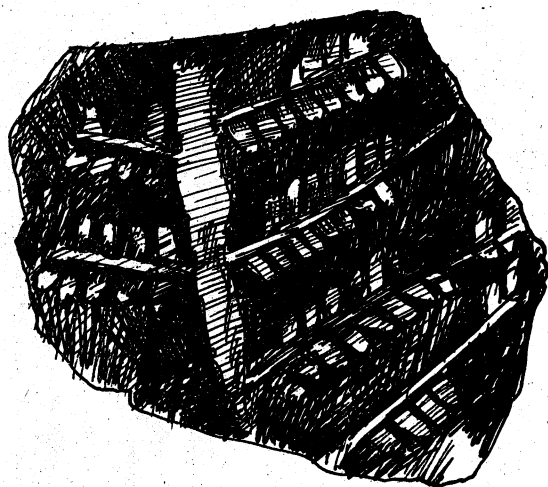
En los fósiles piritosos se dan fenómenos de epigenia por la sustitución de la pirita por compuestos de fierro más estables, como es la hematita o limonita. En México hay gasterópodos hematizados de la familia Nerineidae que se conocen del Cretácico de Huetamo, Michoacán (figura 1.13).



Gasterópodo hematizado (*Phaneroptyxis anguillina* Castillo y Aguilera) del Aptiano de Huetamo, Michoacán.

Figura 1.13

En aquellos fósiles en los que el carbón forma parte de su constitución, durante el proceso de fosilización se concentra este elemento con la formación de grafito y pérdida de metano, agua y anhídrido carbónico. Este fenómeno dio origen a los depósitos de carbón de piedra, especialmente en el Carbonífero de muchas partes del norte del mundo. Los vegetales, algunos vertebrados (peces) y graptolitos son ejemplos de este proceso (figura 1.14).



Helecho carbonizado (*Mertensides Bullatus* Bunbury) del Triásico de Santa Clara, Sonora.

Figura 1.14

Entre las evidencias indirectas de la vida en el pasado geológico están los moldes, impresiones, pistas, huellas, depósitos formados por la acción bacteriana, coprolitos, gastrolitos, galerías, entre otros.

MOLDES E IMPRESIONES

Cuando el agua contiene ácidos en solución que pasan a través de los esqueletos, incluso ya en proceso de fosilización, los disuelve y en su lugar queda un espacio vacío con las impresiones de su morfología externa, para obtener un positivo de ese molde se hace por medio de yeso, de resina sintética, etc. En otras ocasiones, cuando el esqueleto del organismo es hueco como en los bivalvos y en los equinodermos, se forman moldes internos que reflejan parte de la anatomía interna (figura 1.15). Sucede muy rara vez que en las medusas, no obstante tener un 90% de agua en sus tejidos, se formen moldes como los del Precámbrico de Ediacara en Australia.

Molde interno de un bivalvo (*Myophorella sologureni* Félix) del Jurásico Superior de Petlalcingo, Puebla.

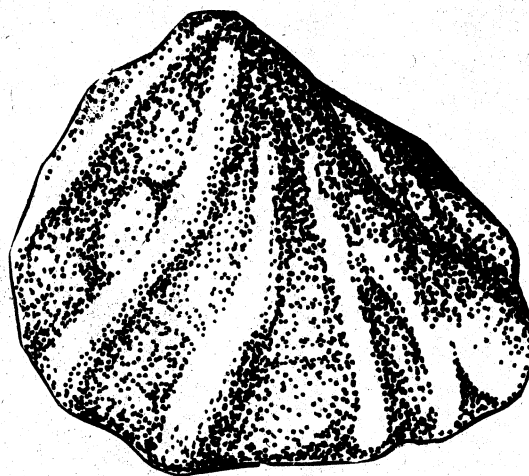
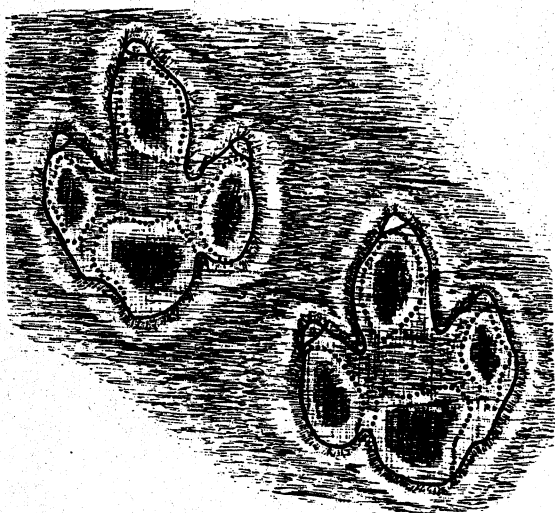


Figura 1.15

HUELLAS, PISTAS, IMPRESIONES Y OTROS RESTOS

Las huellas de las pisadas del recorrido de algunos animales que vivieron en las orillas de los pantanos o en las playas, han persistido en forma de fósiles. Un ejemplo son las pisadas dejadas por un anfibio estegocéfalo del Triásico de España. En México son notables las impresiones y moldes de más de 43 huellas individuales de dinosaurios del Jurásico Medio-Cretácico Temprano? en el río Chuta, región de Playa Azul, Michoacán (figura 1.16).

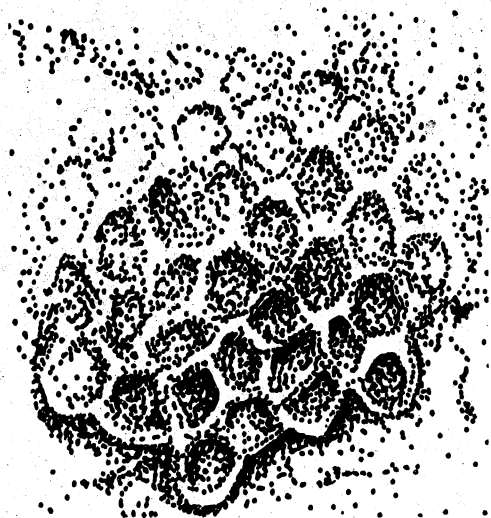


Huellas de las pisadas que dejaron dinosaurios en el Cretácico de Michoacán.

Figura 1.16

Las pistas son huellas dejadas en la arena por el paso de animales más o menos hipotéticos que se atribuyen a gusanos, trilobitas, crustáceos o equinodermos, entre otros.

Estas evidencias son estudiadas por una rama de la paleontología que es la icnología (figura 1.17).



Icnofósil (*Paleodictyon strozzi*), procedente del Eoceno Inferior de Puebla.

Figura 1.17

Las impresiones se formaron cuando el organismo quedó depositado sobre un sedimento muy fino y transcurrió cierto tiempo entre el depósito y la desintegración del mismo, quedando únicamente la impronta de sus estructuras, como es el caso de los fósiles de medusas del Precámbrico de Ediacara en Adelaida, Australia. En Tepexi de Rodríguez en Puebla, se ha encontrado la impresión de un flamenco bien conservado, en la orilla de un lago o de una playa (figura 1.18).

Impresión del esqueleto de un flamenco del Terciario de Tepexi de Rodríguez, Puebla.



Figura 1.18

Los excrementos de los animales también fosilizan y se les llama coprolitos, en ellos pueden encontrarse residuos de alimentos y la forma determina, en algunos casos, a qué tipo de animal pertenecen.

También es factible hallar piedras pulidas, con angulosidades, que posiblemente correspondan a gastrolitos de algunos vertebrados, entre ellos los dinosaurios, que con mucha seguridad tenían mollejas, pues se han encontrado estos gastrolitos asociados a los huesos de la cavidad torácica.

SIGNIFICACION INFORMATIVA DE LOS FOSILES

Los fósiles son valiosos indicadores estratigráficos, pues constituyen una herramienta imprescindible para conocer la edad relativa de las rocas sedimentarias y, en algunos casos, de las rocas metamórficas que los contienen. Las rocas sedimentarias se caracterizan por una cierta composición litológica y por su contenido fosilífero, de tal manera que una vez conocida la serie estratigráfica de una localidad, resulta sencillo por medio de correlaciones, conocer la edad de otra localidad aun lejana que contenga el mismo tipo de fósiles índices. El conocimiento de las capas sedimentarias y de su correlación con otras series es el objetivo de la estratigrafía, esta rama de la geología tiene una gran aplicación, pues es en las rocas sedimentarias donde están contenidos yacimientos de carbón, sales de potasio, fosfatos minerales, hierro, zinc, mercurio y agua subterránea. Asimismo las rocas sedimentarias son la materia prima para la fabricación de cemento, cal, vidrio, cerámica y recubrimientos para vivienda.

Los restos de los organismos conservados en las rocas son la evidencia de la vida del pasado geológico, mostrando el curso de las modificaciones evolutivas de animales y plantas. De tal manera que se conocen los cambios que un grupo de organismos ha experimentado a través de un lapso

determinado. Existen buenos ejemplos al respecto como las series evolutivas del caballo (figura 1.19) y el elefante.

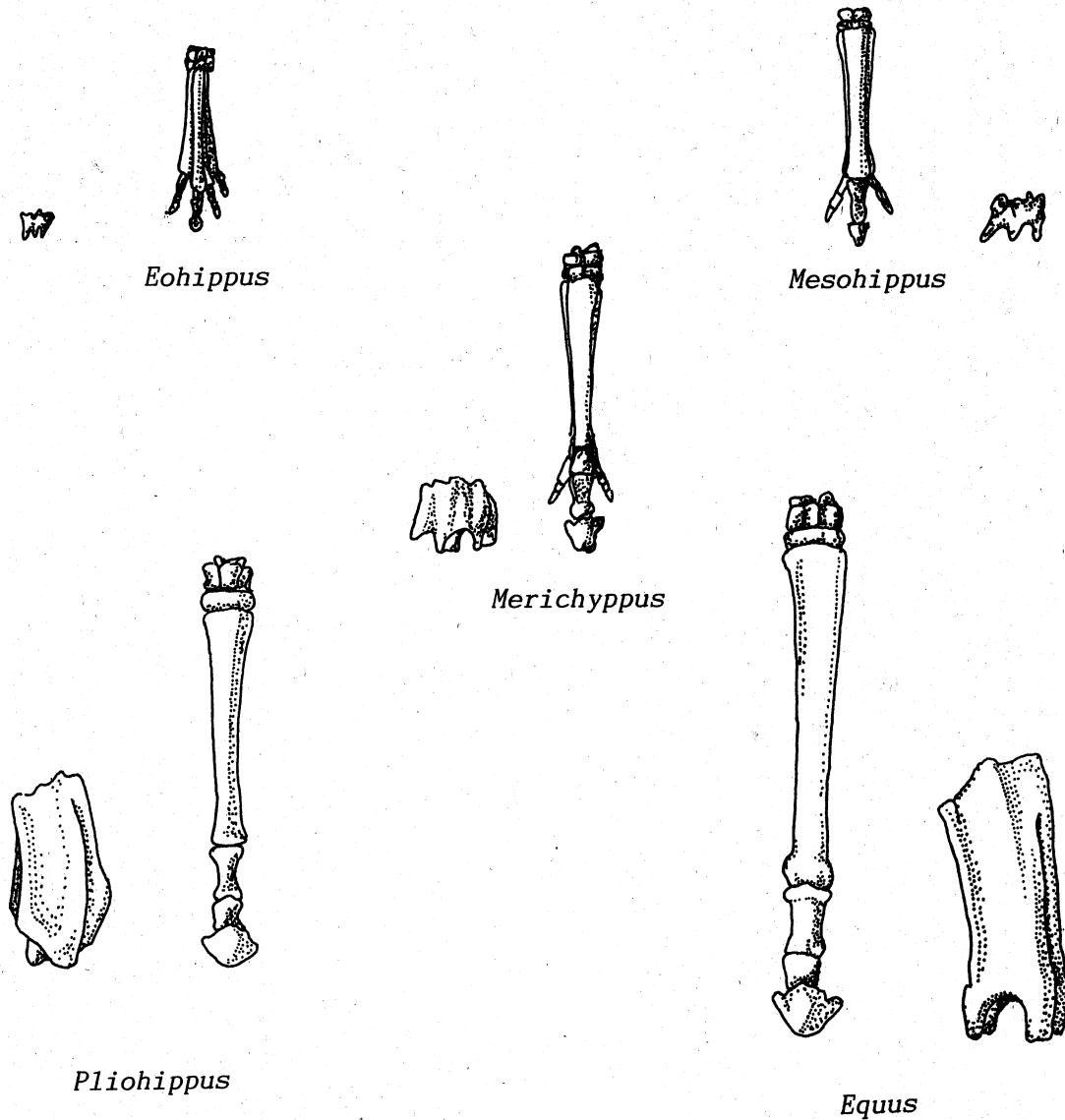


Figura 1.19 LOS FOSILES TESTIMONIO DE LA EVOLUCION. DIFERENTES ESTADIOS EN LA EVOLUCION DEL CABALLO, DESDE SU APARICION EN EL EOCENO

La paleoecología trata las interrelaciones de los organismos y el ambiente del pasado. La información que se obtiene de esta disciplina, permite saber qué tipo de ambientes terrestres y marinos podrían haber existido, conocimiento que se aplica en el estudio de la sedimentología y la estratigrafía cuyo propósito es estudiar el origen de las rocas sedimentarias, su depósito en el tiempo y su localización geográfica.

La corteza terrestre ha experimentado movimientos orogénicos en el pasado geológico, como consecuencia el nivel del mar ha cambiado y la geografía ha sido transitoria. La paleogeografía estudia la distribución de tierras y mares antiguos y permite hacer la reconstrucción de la fisonomía del planeta en las diferentes épocas geológicas. Los fósiles de animales acuáticos, principalmente invertebrados, indican la distribución primitiva de lagos y de mares profundos o someros. Los restos de organismos terrestres explican acerca del clima y topografía del área continental, ya que su distribución está determinada por las condiciones climáticas.

INFORMACION DE CAMPO

Para que una colección de fósiles sea valiosa es necesario que se haga con extremo cuidado, anotando todos los datos posibles del lugar de la colecta y localizarlos en un mapa topográfico o geológico de la región.

El hallazgo de los fósiles puede ser al azar o por medio de una prospección programada con anticipación. En el segundo caso se debe recabar la información geológica pertinente del área donde se requiera trabajar, principalmente se busca en los cortes de carretera o ferrocarril, en las barrancas y laderas de los ríos. La obtención de las muestras debe hacerse con todo cuidado: se envuelven en papel periódico por separado y se anota en una etiqueta la localización del afloramiento lo más exacta posible, la ubicación en la columna estratigráfica y la litológica, de ser factible si es una muestra de un macrofósil. Tratándose de muestras para estudios micropaleontológicos debe tomarse un fragmento representativo de la roca, que posteriormente se procesará en el laboratorio con las técnicas adecuadas para la separación de los diversos organismos que estén contenidos en ellas.

La obtención de vertebrados requiere de una preparación previa en el campo, pues generalmente los huesos que son las estructuras que se conservan, deben consolidarse antes de su extracción.

Para efectuar el trabajo de campo es necesario utilizar una pica o martillo de geólogo, cinceles de diferentes tamaños, brochas, pinceles, sustancias para consolidar y una lupa para observaciones directas en el campo de algunas estructuras en las muestras de mano. Se requieren bolsas de manta o plástico, etiquetas, papel periódico y una libreta para anotaciones.

Posteriormente a la colecta, en el laboratorio se limpian las muestras y se preparan con agujas odontológicas, vibradores eléctricos o de ultrasonido o por procedimientos químicos, usando ácidos o bases, cuando la roca y el fósil tienen una constitución diferente. Tratándose de una impresión o huella, se hace un molde de yeso, látex o de algún otro material para duplicar, si la muestra no se puede remover del afloramiento.

BIBLIOGRAFIA

- ARCHANGELSKY, S., 1962. *Conceptos y métodos en Paleobotánica*. Univ. Nac. La Plata, Ser. Técnica y Didáctica no. 9, p. 1-34.
- CAMACHO, H.H., 1966, *Invertebrados fósiles*. EUDEBA, Buenos Aires, 707 p.
- DOLLO, L., 1893, *Les Lois de l'Evolution*. Bull. Soc. Belge Geol. Pal. Hyd. (Bruxelles), v. 7, p. 164-166.
- _____, 1910, *La Paléontologie Éthologique*. Bull. Soc. Belge Geol. Pal. Hyd. (Bruxelles), v. 23, p. 377-421.
- DURHAM, J. W., 1958, *Paleoclimates. Physics and Chemistry of the Earth*, v.3, London, Pergamon Press, 16 p.
- _____, y COX, D. C., 1956, *Breachrock in the Hawaiian Islands*. Pacific Sci., v. 10, no. 4, p. 382-402.
- GARSTANG, W., 1922, *The theory of recapitulation: a critical re-statement of biogenetic law*. Jour. Linnean Soc. London, Zoology, v. 35, p. 81-101.
- GEORGE, T.N., 1932, *Palingenesis and Paleontology*. Cambridge Phil. Soc., Biol. Revs., v. 8, no. 2, p. 107-135.
- GRABAU, A. W., 1913, *Principles of Stratigraphy*. New York, A. G. Seiler and company, p. 450-461
- HEDGPETH, J. W., 1957, *Classification of marine environments*, Geol. Soc. America, Mem. 67, v. 2, p. 93-100. *Geology*
- HOLMES, A., 1947, *The construction of a geological time scale*. Trans, Geol. Soc. (Glasgow), v. 21, pt. 1, p. 117-152.
- HYMAN, L.H., 1955, *How many species?*. Syst. Zool., v. 4, no. 3, p. 142-143.
- LONGWELL, C.R., in FOOSE, R.M., et al., 1958, *Geologic column and scale of time*. Geotimes, v. 11, no. 9, p. 13, 14.
- LOPEZ-RAMOS, ERNESTO, 1976-1987, *Geología General y de México*. Vol. I (423 p.); Vol. II (454 p.); Vol. III (446 p.) y Vol. IV (290 p.). México, D.F., Editorial Reséndiz. *no v.*
- _____, 1988, *La Paleontología en México*. Enciclopedia de México, Tomo XI. Secretaría de Educación Pública, México, D.F., p. 6152-6157.
- LOWMAN, S. W., 1949, *Sedimentary facies in Gulf Coast*. Bull. Amer. Assoc. Petroleum Geologist, v. 33, no. 12, p. 1939-1997.
- MACGINITIE, G. E. y MACGINITIE, N., 1949, *Natural history of marine animals*. New York, MacGraw-Hill Book Co., 473 p.
- MAYR, E., LINSLEY, E. G. y USINGER, R. L., 1953, *Methods and principles of systematics zoology*. New York, Mc Graw-Hill Book Co., 328 p.

- Mc ALESTER, A. L., 1973, *La Historia de la vida*. Barcelona, Omega, 151 p.
- MELLENDEZ, B., 1970, *Paleontología*. Madrid, Paraninfo, 714 p.
- MOORE, R.C., LALICKER, C.G. y FISCHER, A.G., 1952, *Invertebrate fossils*. New York, McGraw-Hill Book Co., 766 p.
- MULLER, S.W. y CAMPBELL, A., 1954, *The relative number of living and fossil species of animals*. Syst. Zool., v. 3, pt. 4, p. 169-170.
- RAUP, D. M. y STANLEY, S. M., 1978, *Principios de paleontología*. Barcelona, Ariel, 456 p.
- SHROCH, R. R. y TWENHOFEL, W. H., 1953, *Principles of invertebrate paleontology*. 2nd ed., New York, McGraw-Hill Book Co., 816 p.
- SIMPSON, G. G., 1952, *For and against uniform endings*. Syst. Zool., v. 1, no. 1, p. 20-22.
- STENZEL, H. B., 1950, *Proposed uniform endings for names of higher categories in zoological systematics*. Science, n. ser., v. 112, no. 2889, p. 94.
- TEICHERT, C., 1958, *Some biostratigraphical concepts*. Geol. Soc. America Bull., v. 69, p. 99-120.
- TEICHERT, KURT, 1956, *How many fossil species?* Jour. Paleont., v. 30, no. 4, p. 967-969.
- WELLER, J. M., et al., 1948, *Correlations of the Mississippian formations of North America*. Geol. Soc. America Bull., v. 59, p. 91-196.

CAPITULO 2 PRESENTACION DE LA INFORMACION PALEONTOLOGICA FUNDAMENTAL. REINO ANIMAL

LOS ANIMALES. CONCEPTO

El Reino Animal comprende una gama variable de organismos como son los unicelulares (protozoarios), los invertebrados (esponjas, moluscos, artrópodos, etc.) y los vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves, mamíferos) y entre estos últimos el hombre, todos a primera vista diferentes entre sí. Sin embargo, existen fundamentalmente dos aspectos que los unifican dentro de la Naturaleza: son organismos heterótrofos, es decir se nutren de las plantas o de otros animales, ya que no realizan la función fotosintética propia de los vegetales; el otro aspecto se refiere a su comportamiento, pues están dotados de un sistema nervioso sencillo o complicado que les permite movilizarse para alimentarse, reproducirse y en general para encontrar mejores posibilidades de adaptarse a su entorno ecológico y perpetuar la especie.

PAPEL EN LA NATURALEZA

Un ecosistema es la interrelación de los organismos y las sustancias inertes de un determinado ambiente, ya sea acuá-

tico (lago, arrecife, etc.) o continental (desierto, selva, bosque, etc.). Los animales integrantes de los ecosistemas habitan diversos ambientes terrestres, dulceacuícolas y marinos, en cada uno de ellos desempeñan un papel fundamental en las cadenas alimenticias, pues los hay herbívoros, que constituyen los consumidores primarios, cuyo papel es el de transformar a los vegetales de los que se nutren en proteínas animales. Los animales carnívoros son los consumidores secundarios, que a su vez nutren a depredadores o consumidores terciarios. Finalmente las bacterias y hongos son organismos desintegradores, que actúan sobre los restos de plantas y animales transformándolos en sustancias reciclables en las cadenas alimenticias.

INFLUENCIA DE LOS ANIMALES EN LA EVOLUCION DE LA CORTEZA TERRESTRE

Existen algunos animales que contribuyen a la transformación de la corteza terrestre, entre ellos los corales, moluscos, foraminíferos, radiolarios, etcétera. Los arrecifes de coral son típicos de las regiones marinas tropicales del mundo, situadas entre los 25° de latitud sur y los 30° de latitud norte, con características ecológicas propias, como el desarrollarse a poca profundidad, no mayor de 30 m, en agua rica en nutrientes y oxígeno, de tal manera que si se cumplen estos requisitos ecológicos son activos secretores de carbonato de calcio. Generalmente las colonias comienzan su crecimiento en volcanes sumergidos, que les sirven de sustrato; si por alguna razón, casi siempre tectónica, el suelo del mar se hunde, ellos crecen siempre hacia la superficie. El resultado de una labor de muchos años y aun milenios, es de ganar terreno al mar, pues construyen grandes barreras alrededor de los volcanes marinos, que posteriormente se rellenan gracias al constante aporte de sedimentos orgánicos. En el océano Pacífico existen numerosas islas coralinas habitadas por el hombre y por una flora y fauna característica.

Cuando los esqueletos calcáreos de los organismos marinos se acumulan durante grandes lapsos, se forman depósitos orgánicos de gran grosor, que al consolidarse por el paso del tiempo, constituyen rocas.

IMPORTANCIA ECONOMICA DE LOS ANIMALES

El conocimiento de la morfología, de las funciones y del comportamiento de los animales, desde los más primitivos hasta los más complejos ha permitido entender al mundo animal, lo cual redundo en la aplicación práctica que hace el hombre para su beneficio; pues las diversas especies le sirven de alimento, vestido, medicamento, transporte, etc. Asimismo, este conocimiento ha permitido controlar los aspectos perjudiciales de los animales, como las plagas, las especies venenosas y la transmisión de las enfermedades.

Con relación a las especies fósiles, la acumulación de esqueletos calcáreos o silicosos de invertebrados marinos, así como de huesos de vertebrados, ha propiciado la formación de yacimientos de minerales (fosfatos, azufre, radiolarita, etc.). El depósito de microorganismos aunado a ciertas condiciones físicas del lugar formó los hidrocarburos, con una obvia importancia económica. En México en las formaciones mesozoicas del noreste (Tampico, Tamaulipas-Misantla, Veracruz) y en el sureste (Tabasco y Chiapas) existen numerosos pozos petroleros en explotación.

CLASIFICACION DEL REINO ANIMAL

Las plantas y los animales superiores presentan características diferentes y a primera vista resultan inconfundibles. Sin embargo, cuando se trata de organismos microscópicos primitivos que comparten aspectos comunes, entre otros el movimiento y la facultad de efectuar la función clorofi-

liana, es difícil separarlos en plantas y animales. Haeckel en 1866 propuso el reino de los Protistas, con el fin de agrupar en él a organismos con características mezcladas. Sin embargo, en ese tiempo la idea no prosperó, porque dicho autor incluía organismos claramente diferentes.

Piveteau en 1952 vuelve a proponer esta clasificación en su obra monográfica sobre el Reino Animal. Moore *et al.*, en 1954 en la revisión de los invertebrados fósiles, adoptan el término protista para agrupar a ciertos organismos, entre ellos a las plantas. El aspecto primordial para la inclusión de los organismos en el Reino Protista, es el carácter acelular de sus cuerpos protoplásmicos. Varios autores están en desacuerdo con la creación de este tercer reino.

La clasificación que se utiliza en este libro es básicamente la propuesta por Hyman (1940-1959) y por Moore *et al.* (1954-1987). Los caracteres fundamentales en que se basan son morfológicos (arquitectura, dimensiones, simetría, posesión de apéndices, de ano, segmentación), aspectos del esqueleto y de aparatos como el excretor, digestivo, respiratorio y las funciones de ellos. Este último aspecto es difícil de constatar en los restos fósiles, pero algunas veces queda implícita la función por la presencia de ciertas estructuras o se interpreta gracias a que existen organismos vivientes pertenecientes a los mismos grupos fósiles.

Reino ANIMAL

Subreino PROTOZOA

Subreino METAZOA

Rama MESOZOA

Rama PARAZOA

Phylum PORIFERA

Phylum ARCHAEOCYATHA (pleospongea)

Rama EUMETAZOA

Grupo I. RADIATA

Phylum COELENTERATA

Phylum CTENOPHORA

Grupo II. BILATERIA

A. ACELOMADOS

Phylum PLATYHELMINTHA

Phylum RHYNCHOCOELIA (Nemertinea)

B. PSEUDOCOLOMADOS

Phylum ENTOPROCTA

Phylum ASCHELMINTHEA (Nemathelmintha)

Phylum ACANTHOCEPHALA

C. EUCELOMADOS (Celomados)

1. PROTOSTOMIA (Zygoneura)

Phylum BRYOZOA (Ectoprocta, Polyzoa)

Phylum PHORONIDEA

Phylum BRACHIOPODA

Phylum SIPUNCULIDEA

Phylum ECHIURIDEA

Phylum PRIAPULIDEA

Phylum MOLLUSCA

Phylum PROTARTHROPODA (Pararthropoda)

Phylum ANNELIDEA

Phylum ARTHROPODA

2. DEUTEROSTOMIA (Epineura)

Phylum CHAETOGNATA

Phylum ECHINODERMATA

Phylum POGONOPHORA

Phylum STOMOCHORDATA

Phylum CHORDATA

Subreino PROTOZOA

Unicelulares, microscópicos, solitarios o coloniales, con esqueleto calcáreo o silicoso. Su alcance estratigráfico queda comprendido entre el Cámbrico y el Reciente.

Subreino METAZOA

Pluricelulares que forman tejidos.

Rama MESOZOA

Con estructura primitiva, semejante a vermes.

Rama PARAZOA

Con tejidos indefinidos, simetría radial y carencia de aparato digestivo.

Phylum PORIFERA

Organismos acuáticos, principalmente marinos y escasos en agua dulce. Solitarios o coloniales, cuerpo irregular con poros y tres paredes: el ectodermo, la mesoglea y el endodermo, tapizadas por coanocitos. Esqueleto formado por travéculas de espinas córneas, silicosas o calcáreas. Con un alcance estratigráfico del Precámbrico?, Cámbrico-Reciente.

Phylum ARCHAEOCYATHA (Pleospongea)

Organismos marinos, bentónicos, que formaron pequeños arrecifes cercanos a la costa. Cuerpo cónico, formado por dos paredes separadas por septos y unidas por tábulas, con poros y una cavidad central. Vivieron en el Cámbrico Inferior y Medio.

Rama EUMETAZOA .

Con tejidos y aparato digestivo presentes.

Grupo I. RADIATA

Con simetría radial primaria, cavidad digestiva interna, enterocelos, mesodermo, endodermo y sin ano. El eje de simetría larval es retenido como eje anteroposterior en

los adultos; el extremo posterior es el oral y el opuesto el aboral, la abertura gastrular funciona como boca (protaxonia).

Phylum COELENTERATA

Principalmente marinos, con formas solitarias y coloniales, fijas (pólipo) formadoras de arrecifes y libres (medusa), producto de dimorfismo sexual. Presentan cavidad digestiva (celenterón), con boca y tentáculos armados de cnematos; carecen de ano. El registro fósil los sitúa desde el Precámbrico hasta la actualidad.

Phylum CTENOPHORA

Cuerpo subesferoidal, con simetría birradial, sin cnematos, excepto en *Euchlora rubra*. Son marinos, pelágicos y se desplazan por la acción de ocho bandas ciliadas. No existen fósiles.

GRUPO II. BILATERIA

Con simetría bilateral, órganos definidos, mesodermo endodermal y presencia de ano.

A. ACELOMADOS

Con mesénquima entre el tubo digestivo y la pared del cuerpo y con protonefridios.

Phylum PLATYHELMINTHA

Cuerpo aplanado, con cabeza diferenciada. Carecen de sistema respiratorio. Presentan pseudometamerización. Especies con gran poder de regeneración. No se han encontrado como fósiles.

Clase TURBELLARIA (*Planaria*)

Clase TREMATODA (*Fasciola*)

Clase CESTODA (*Taenia*)

Phylum RHYNCHOCOELIA (Nemertinea)

Organismos vermiformes, acuáticos (los marinos son litorales y bentónicos) y terrestres, libres, algunos comensales o parásitos. Cabeza con un ganglio cerebral y proboscis,

sistema circulatorio con linfa. Carecen de sistema respiratorio. Presentan pseudometamerización. Especies con gran poder de regeneración. No se han encontrado como fósiles.

B. PSEUDOCELOMADOS

Presentan cavidad blastular, sin peritoneo.

Phylum ENTOPROCTA (*Calysssozoa*, *Kamptozoa*)

Son marinos, con excepción del género *Urnatella*; bentónicos, solitarios y coloniales. Tienen cáliz y pedúnculo; la boca y el ano se encuentran dentro de una corona de tentáculos. No se han reportado fósiles del grupo.

Phylum ASCHELMINTHEA (*Nemathelmintha*)

Vermiformes acuáticos y terrestres, libres o parásitos, sin segmentación o con pseudosegmentación, y protonefridios. Carecen de sistemas circulatorio y respiratorio. Existen fósiles del Carbonífero al Reciente.

Clase ROTIFERA

Clase GASTROTRICHA

Clase KINORHYNCHIA (*Echinodera*)

Clase NEMATODA

Clase NEMATOMORPHA (*Gordiaceae*)

Phylum ACANTHOCEPHALA

Son vermiformes, parásitos, con el extremo anterior provisto de proboscis y ganchos. Sin aparato digestivo y circulatorio, presentan protonefridios. Son únicamente recientes.

C. EUCELOMADOS (Celomados)

Presentan una cavidad interna entre el tubo digestivo y la pared del cuerpo (celoma) cubierta por el peritoneo. Tienen protonefridios, metanefridios y ano.

1. PROTOSTOMA (*Zygoneura*)

La boca proviene de la transformación del blastoporo. Derivan de una larva trocófera.

Phylum BRYOZOA (Ectoprocta, Polyzoa)

Son organismos coloniales, acuáticos, la gran mayoría marinos, con exoesqueleto calcáreo. Aparato digestivo en forma de U, con boca y ano; la boca en el centro de una corona de tentáculos, fija a una estructura muscular o lofóforo. El alcance stratigráfico del grupo es del Ordovícico al Reciente.

Phylum PHORONIDEA

Son organismos vermiformes, marinos, solitarios, que fabrican tubos quitinosos, algunos perforan rocas o conchas de otros invertebrados. La boca y el ano se encuentran dentro del lofóforo. Tienen sistema circulatorio y metanefridios. No se han reportado como fósiles.

Phylum BRACHIOPODA

Son marinos y viven fijos al fondo por medio de un pedúnculo, algunos enterrados en lodos finos. Presentan una estructura membranosa (manto) que secreta a la concha; ésta puede ser quitino-fosfática o calcárea. El lofóforo se divide en dos tentáculos de diferente magnitud, que presentan cilios. El alcance stratigráfico del grupo queda comprendido entre el Cámbrico y el Reciente.

Phylum SIPUNCULIDEA

Son vermes marinos, solitarios. La parte anterior del cuerpo es invaginable, con la boca rodeada de tentáculos. Carecen de sistemas circulatorio y respiratorio. Habitan las oquedades de las rocas en los arrecifes o perforan las conchas de invertebrados. Son del Reciente.

Phylum ECHIURIDEA

Vermiformes, marinos, con el cuerpo metamerizado y dividido en tronco y trompa, sin ningún apéndice. Son únicamente del Reciente.

Phylum PRIAPULIDEA

Vermiformes marinos, cuerpo sin tentáculos, trompa armada con espinas pequeñas y boca con dientes quitinosos. Sin nefridios ni vasos. Se han reportado únicamente del Reciente.

Phylum MOLLUSCA

Acuáticos, con una gran mayoría de representantes marinos y terrestres. Cuerpo blando sin divisiones, protegido por una concha de naturaleza calcárea de una, dos u ocho piezas. Simetría bilateral en casi todos, pues en un grupo (gasterópodos) se pierde por una torsión de 180° en el cuerpo. La cabeza es anterior y está diferenciada en los más evolucionados. Presentan un órgano muscular llamado pie. La respiración es branquial o "pulmonar". Tienen un rango estratigráfico comprendido entre el Cámbrico y el Reciente.

Phylum PROTARTHROPODA (Pararthropoda)

Poseen caracteres de anélidos y artrópodos, pero carecen de apéndices articulados. El alcance del grupo queda comprendido entre el Cámbrico Medio y el Reciente.

Clase ONYCHOPHORA

Clase TARDIGRADA

Clase PENTASTOMOIDEA

Phylum ANNELIDEA

Organismos vermiformes, terrestres o acuáticos, comensales o parásitos, segmentados a través de todo el cuerpo, que presenta el protostomio (cerebro y órganos sensoriales); el soma, dotado de segmentos con un par de apéndices o parápodos y el pigidio donde se localiza el ano. Tienen aparato digestivo, circulatorio, nervioso y excretor (nefridios). Se conocen desde el Precámbrico hasta el Reciente.

Phylum ARTROPODA

Cuerpo y apéndices segmentados, protegidos por un exoesqueleto de quitina, que en ocasiones se calcifica. El cuerpo está dividido en tres partes (cefalón, tórax y abdomen). Presentan sistema nervioso bien desarrollado (ojos, antenas) que les permite tener hábitos sociales. Los sistemas circulatorio, respiratorio y digestivo son más evolucionados que en otros grupos. Se citan del Cámbrico al Reciente.

2. DEUTEROSTOMIA (Epineura)

El desarrollo es por medio de huevos de regulación. Presen-

tan segmentación radial o bilateral, el ano se forma a partir del blastoporo o cerca de él. El mesodermo y celoma originados a partir de bolsas de la pared digestiva por un proceso enterocélico. Presentan larva dipleurula.

Phylum CHAETOGNATA

Cuerpo cilíndrico, cabeza con espinas, uno o dos pares de aletas laterales y una caudal. Sin sistema excretor y circulatorio. Son marinos, litorales y planctónicos. Se citan del Reciente, pero existe un fósil dudoso (*Amiskwia sagittiformis*) del Cámbrico Medio de la Lutita Burgess, en la Columbia Británica de Canadá, atribuido a este grupo.

Phylum ECHINODERMATA

Son deuterostomados exclusivamente marinos, fijos o libres. Se caracterizan porque tienen simetría bilateral en el estado larvario y radial en el adulto. Poseen un sistema ambulacral que consiste en una serie de tubos por donde circula el agua del mar. El cuerpo está protegido por un endoesqueleto de calcita cristalina. Presentan espinas articuladas a las placas del endoesqueleto. El alcance estratigráfico es del Cámbrico al Reciente.

Phylum POGONOPHORA

Son organismos marinos, vermiformes que fabrican tubos de un tipo de celulosa, siempre verticales a la superficie. Carecen de sistema digestivo y respiratorio. El alcance estratigráfico comienza en el Cámbrico con cierta duda y continúa hasta el Reciente.

Phylum STOMOCHORDATA (Hemichordata)

Vermiformes, marinos, solitarios o coloniales. El cuerpo está dividido en protosoma, mesosoma y metasoma. La presencia de hendiduras branquiales los aproxima a los cordados, pero en general tienen características de invertebrados. Vivieron desde el Ordovícico al Reciente.

Clase ENTEROPNEUSTA

Clase PTEROBRANCHIA

Clase PLANCTOSPHAEROIDEA

Clase GRAPTOLITHA

Phylum CHORDATA

Son los animales más evolucionados. Poseen notocorda, que es una estructura celular axial de origen endodérmico, situada entre el tubo digestivo y el sistema nervioso, que en los vertebrados da origen a la columna vertebral; un tubo neural axial y hendiduras branquiales, que en algunos persisten en el estadio adulto. Sistema locomotor neuromuscular segmentado. El alcance estratigráfico del grupo es del Ordovícico al Reciente.

Subphylum UROCHORDATA (Tunicados y Acidias)

Subphylum PROTOCHORDA (*Amphioxus*)

Subphylum EUCHORDA

Clase PECES

Clase ANFIBIA

Clase REPTILIA

Clase AVES

Clase MAMMALIA

MICROPALEONTOLOGIA

La micropaleontología es la rama de la paleontología que estudia a los organismos fósiles muy pequeños, entre ellos, foraminíferos, radiolarios, diatomeas, ostrácodos, etc., y partes aisladas de organismos grandes como dientes y escamas de peces, espículas de esponjas y osículos de equinodermos, polen y esporas de plantas, etc. Este estudio necesariamente se hace con la ayuda del microscopio óptico o de cualquier otro tipo, inclusive el electrónico. Tanto la recolección como la preparación de las muestras requiere de técnicas especiales.

Las muestras pueden provenir de afloramientos o de pozos, si se trata del primer caso, se recomienda el máximo cuidado en su obtención, ya sea si se tiene una roca dura o deleznable; si es roca dura, después de examinarse con la luna

para ver si hay posibilidades de hallar microorganismos, se tomará una muestra de aproximadamente 200 gramos; si es una roca deleznable se toma la muestra más pura posible.

Cuando se tiene que examinar material proveniente de un pozo (núcleo) se sigue exactamente el mismo procedimiento que para muestras de afloramientos.

En el laboratorio se tiene sumo cuidado para no contaminar las muestras, pues perderían su valor estratigráfico.

Las rocas deleznales se dividen en fragmentos y se secan en una estufa, posteriormente se agrega agua y carbonato de sodio y se procede al lavado. Se utilizan cedazos con diferentes mallas (40, 80, 120 y 200 por pulgada cuadrada), con el fin de separar a los microorganismos del material inorgánico. Se vuelve a secar la muestra en un horno especial para este fin y se inicia su estudio.

Si el material no es deleznable, se fragmenta la muestra de roca y se coloca en una vasiija con hiposulfito de sodio que al cristalizar la desintegra por acción mecánica, ya que penetra en los intersticios. Luego se lava varias veces para desechar la sal y separar los fósiles. También es común agregar gasolina al material previamente calentado, después se pone agua y la gasolina romperá la muestra al tratar de salir. En lutitas y margas suaves que contengan conchas llenas de aire, como acontece con los foraminíferos, al hacer el lavado con agua, éstas flotan, se pasan por un filtro y se obtienen los ejemplares sueltos.

Cuando los organismos son de naturaleza silícea, entre ellos los radiolarios, silicoflagelados y diatomeas, incluidos en una roca de diferente composición química, generalmente caliza, se procede a usar ácidos con el fin de separarlos. Enseguida se montan en portaobjetos especiales, con diferentes tipos de adhesivo, según sea el caso.

las superficies o se hacen secciones delgadas para observarlas al microscopio.

El estudio de la micropaleontología tiene gran importancia porque casi todos los grupos actuales están representados en el registro fósil y, además, son muy abundantes debido a su tamaño pequeño y a que la mayoría tienen esqueletos protectores. Como se cuenta con numerosos representantes de los grupos, se pueden hacer estudios muy completos, entre ellos están los estadísticos. El conocimiento de los microfósiles se utiliza en el control estratigráfico de las rocas, con una aplicación en la prospección de minerales y de petróleo.

- ABDOMEN. Parte posterior al tórax.
- AEROBIO. Organismo que utiliza el oxígeno libre para efectuar la función respiratoria.
- ANAEROBIO. Organismo que efectúa la función respiratoria sin oxígeno libre.
- ANELIDO. Gusano que presenta el cuerpo segmentado.
- ARACNIDO. Artrópodo quelicerado (arañas, alacranes, garrapatas, etc.).
- ARTROPODO. Invertebrado con el cuerpo y patas articulados.
- ATOMO. La unidad más pequeña de un elemento químico, que consiste en un núcleo rodeado de electrones.
- ATRIAL. Cavidad con comunicación.
- AURICULA. Estructura con forma de oreja.
- BACTERIA. Organismos unicelulares, con el material genético disperso en el citoplasma.
- BENTONICO. Organismo que vive en el fondo de los mares o lagos.
- BIOTA. Comunidad de organismos de alguna región.
- BIPINARIA. Larva de las estrellas de mar.
- CAPARAZON. Protección resistente que cubre el cuerpo de muchos invertebrados.
- CARNIVORO. Animal que se alimenta de otros animales.
- CATALIZADOR. Sustancia que acelera una reacción química.
- CELOMA. Cavidad del cuerpo cubierta por mesodermo.
- CENOZOICO. Era geológica que comenzó hace unos 75 millones de años aproximadamente.
- CIANOFITAS. Algas azules.
- CILIO. Pestaña vibrátil de ciertas células que sirve para el desplazamiento o para la creación de corrientes.
- CITOPLASMA. Parte viva de la célula rodeada por la membrana.
- CNIDARIOS. Celenterados.
- CNIDOBLASTOS. Célula urticante de los celenterados.
- COLUMELA. Estructura de sostén alargada.
- CORDADOS. Animales que tienen notocorda, cordón neural y hendiduras branquiales.
- CRINOIDE. Equinodermo conocido comúnmente como "lirio de mar".
- CRUSTACEOS. Artrópodo mandibulado con caparazón.

DEUTEROSTOMA. Animal en el que el blastoporo da origen al ano.

DIMORFISMO. Formas diferentes en una misma especie.

ELEUTEROZOARIOS. Equinodermos libres.

EMBRION. Estadio posterior al huevo en los animales.

ENDEMICO. Término ecológico aplicado a los organismos comunes de una sola región.

ENZIMA. Sustancia proteínica que cataliza una determinada reacción química.

ESPECIE. Categoría taxonómica por debajo del género.

ESPICULA. Estructura en forma de aguja, de diferente naturaleza química, propia de las esponjas que forma un soporte esquelético.

FILOGENIA. Estudio de la evolución de un grupo.

FISIOLOGIA. Estudio de las funciones de los organismos.

FORAMINIFEROS. Protozoarios sarcodarios que poseen una concha calcárea con orificios pequeños.

GAMETO. Célula sexual.

GASTEROPODOS. Moluscos entre los que se encuentran los caracoles.

GENERO. Categoría taxonómica que comprende a un grupo de especies emparentadas.

GONADA. Organo reproductor.

HERMAFRODITA. Organismo con estructuras reproductoras femeninas y masculinas.

HOLOTUROIDEO. Equinodermo conocido como "pepino de mar".

HOMINIDO. Perteneciente a la familia del hombre.

LARVA. Estadio en el desarrollo de los animales posterior a la eclosión del huevo.

LITORAL. Fondo del mar entre la orilla y la plataforma continental.

MALACOSTRACEOS. Crustáceos de caparazón blando.

MEDUSA. Fase libre de los celenterados.

MESOGLEA. Capa gelatinosa situada entre el endodermo y ectodermo.

METAMORFOSIS. Conjunto de fases entre la larva y el adulto.

MIMETISMO. Simulación de ciertos animales con su medio ambiente.

MIRIAPODO. Diferentes clases de artrópodos con numerosos apéndices locomotores, como el ciempiés.

MOLUSCO. Tipo de animales con el cuerpo blando, como las almejas, pulpos, caracoles, ostiones, etcétera.

MONOFILETICO. Derivado de un solo tipo ancestral.

NECTON. Término aplicado al conjunto de animales que nadan en el océano.

NEMATODO. Gusanos asquelmintos.

NERITICO. Zona del hábitat oceánico, situada encima de la zona litoral.

NUCLEO. Una de las partes de las células que contiene a los cromosomas y nucléolos.

OFIUROIDEA. Equinodermo conocido comúnmente como "estrella serpiente".

OMATIDIA. Ojo compuesto de los artrópodos.

OMNIVORO. Animal que se nutre de plantas y animales indistintamente.

OPERCULO. Estructura con aspecto de tapa.

OSMOSIS. Proceso en el que pasan dos líquidos de diferente densidad a través de una membrana semipermeable.

OSTEICTIES. Peces óseos.

PALEOZOICO. Era geológica comprendida entre el Precámbrico y el Mesozoico.

PARASITO. Organismo que vive a expensas de otro.

PELAGICO. Zona del hábitat oceánico situada en alta mar.

PLACENTA. Estructura propia de los mamíferos placentados que se encuentra en el útero y conecta al embrión.

PLANARIA. Gusano platelminto.

PLATELMINTOS. Gusanos planos como la planaria y las tenias.

POLIPO. Fase sésil de los celenterados.

PORIFEROS. Esponjas.

PROSIMIO. Primate primitivo.

PROTEINA. Compuesto orgánico formado por aminoácidos.

PROTISTAS. Organismos primitivos formados generalmente por una célula con núcleo.

PSEUDOPODO. Emisión protoplasmática que sirve para la locomoción y nutrición en células ameboides.

QUITINA. Sustancia orgánica, córnea que es propia del exoesqueleto de los artrópodos.

SAPROTROFO. Organismo que se alimenta de organismos muertos.

SENO. Cavidad.

SEPTO. Tabique completo o incompleto que separa una cavidad

de otra.

SIMBIOSIS. Relación entre dos organismos de especies diferentes, donde obtienen beneficios mutuos.

SOMITO. Series de segmentos en diversos animales.

TAXON. Cualquiera de las categorías de clasificación de los organismos.

TAXONOMIA. Ciencia que se encarga de la clasificación de los organismos.

TEGUMENTO. Cubierta externa de los organismos.

TEJIDO. Conjunto de células que efectúan la misma función.

TORNARIA. Larva de los hemicordados.

ZIGOTO. Célula que resulta de la unión sexual de dos gametos.

ZOIDE. Individuo de una colonia.

BIBLIOGRAFIA

- BLACK, M. R., 1976, *Elementos de Paleontología*. Fondo de Cultura Económica, México y Ediciones F.C.E., España. 400 p.
- CAMACHO, H.H., 1966, *Invertebrados Fósiles*. Editorial Universitaria de Buenos Aires, 707 p.
- HYMAN, L. H., 1959, *The Invertebrates*. I-IV, Mc Graw-Hill Book Co. New York.
- MELLENDEZ, BERMUDO, 1970, *Paleontología*. Tomo 1, parte general e invertebrados, Paraninfo, Madrid, 603 p.
- MOORE, C. R., LALICKER C. G. y FISCHER, A. G., 1952, *Invertebrate Fossils*. Mc Graw-Hill Book Company, Inc., 766 p.
- MOORE, C.R. (editor), 1956-1987, *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Geological Society of America y University of Kansas Press, Partes A-X.
- WEIZ, B. P., 1971, *La ciencia de la Zoología*. Ediciones Omega, S.A., Barcelona, 933 p.

CAPITULO 3 PHYLUM PROTOZOA

Los protozoarios se caracterizan porque son organismos microscópicos, con excepción de algunos que miden varios centímetros. Presentan un cuerpo protoplásmico constituido por el citoplasma y el núcleo, ambos contenidos en una membrana. En el citoplasma se localizan citoplastos, vacuolas digestivas y pulsátiles y cuerpos basales de donde parten cilios (pestañas vibrátiles) y flagelos.

Efectúan la locomoción por emisión de pseudópodos, característicos de los Sarcodina o Rhizópoda, por flagelos propios del desplazamiento de los Flagellata o Mastigophora y por cilios o pestañas vibrátiles usadas en el movimiento de los Ciliata o Infusoria.

En los protozoarios existen diferentes formas de reproducción: la asexual por gemación, división directa y esporulación; y la sexual por medio de isogametos y heterogametos. Es común que en una sola especie exista la metagénesis o alternancia de generaciones por reproducción sexual y asexual.

La mayoría de los protozoarios protegen su cuerpo con endo o exoesqueletos de carbonato de calcio, sílice o por medio de secreciones mucosas (tectina) a las que adhieren granos de arena, espículas de esponja, fragmentos de otros protozoarios, etc.

Los protozoarios viven en diferentes ambientes, entre ellos: marinos, salobres, dulceacuícolas y en suelos húmedos. Un grupo, el de los esporozoarios vive parasitando a otros animales.

Se supone que los protozoarios-flagelados comenzaron su existencia en el Precámbrico y que a partir de ellos se originaron los otros grupos, inclusive los vegetales.

CLASIFICACION

Subphylum SARCODINA. Cámbrico-Reciente

Clase RHYZOPODA. Cámbrico-Reciente

Orden FORAMINIFERIDA. Cámbrico-Reciente

Suborden ALLOGROMIINA. Cámbrico Superior-Reciente

Suborden TEXTULARIINA. Cámbrico-Reciente

Suborden FUSULININA. Ordovícico-Triásico

Suborden MILIOLINA. Misisípico-Reciente

Suborden ROTALIINA. Pérmico-Reciente

Clase ACTINOPODA. Cámbrico-Reciente

Subclase RADIOLARIA. Cámbrico-Reciente

Subphylum FLAGELLATA. Cámbrico-Reciente

Clase FITOFLAGELLATA. Cámbrico-Reciente

Orden COCCOLITHOPHORIDA. Cámbrico Superior-Reciente

Orden SILICOFLAGELLIDA. Cretácico Medio-Reciente

Orden DINOFLAGELLIDA. Carbonífero-Reciente

Orden CHRYSOMONADIDA. Cretácico Superior-Reciente

Orden EBRIIDA. Paleoceno-Reciente

Orden DISCOASTERIDA. Cretácico-Reciente

Subphylum CILIOPHORA. Jurásico Superior-Reciente

Subclase EUCILIATA. Jurásico Superior-Reciente

Suborden TINTINNINA. Jurásico-Eoceno

Subphylum SARCODINA. Cámbrico-Reciente

Son protozoarios que emiten pseudópodos (lobópodos, filópodos y actinópodos). Presentan un alcance estratigráfico del ?Precámbrico, Cámbrico al Reciente.

Clase RHYZOPODA. Cámbrico-Reciente

Son organismos de vida libre que se caracterizan por presentar pseudópodos sin filamentos axiales que les sirven para desplazarse y obtener alimento.

Orden FORAMINIFERIDA. Cámbrico-Reciente

La mayoría de los foraminíferos son marinos, bentónicos o planctónicos, algunos de agua salobre y escasos de agua dulce. Viven libres y son muy abundantes en los mares actuales y lo mismo ocurrió en el pasado. Es un grupo que se estudia asiduamente, pues constituye magníficos índices estratigráficos que son utilizados en la prospección del petróleo.

El protoplasma está protegido por una concha que varía mucho desde el punto de vista de su composición química, pues tiene conchas quitinosas donde la membrana es delgada y flexible, éstos son raros y sólo se encuentran géneros actuales de agua dulce. Existen conchas que por medio de sustancias mucoproteínicas aglutinan cuerpos extraños, como granos de arena de diferentes tamaños, espículas de esponja o caparazones de otros foraminíferos. Algunas especies son selectivas al formar su concha.

Las conchas de carbonato de calcio en sus variedades calcita y aragonita son las más comunes y tienen aspecto vítreo hialino o aporcelanado. Las conchas vítreas presentan pequeños poros y las aporcelanadas son imperforadas. Además pueden estar formadas por una sola cámara (monotalámicas o monoloculares) con diferentes aspectos, entre ellos el esferoidal, piriforme, tubular y a veces espiral, la mayoría son pluriloculares con 20 o más cámaras.

El crecimiento de la concha se hace por emisiones protoplasmáticas que secretan una película pseudoquitinosa perforada,

la que posteriormente se calcifica y a partir de la primera cámara o prolóculum se continúan formando las siguientes. Las cámaras adoptan diferentes arreglos; si es una sola hilera se llama arreglo monoserial, si son dos hileras, biserial, y ambos arreglos pueden ser rectos o enrollados, y si se trata de tres hileras de cámaras, es triserial, recto. Existen combinaciones en los arreglos; por ejemplo, monoserial-biserial. Otras veces las cámaras están enrolladas en un solo plano y se denominan planispirales; de éste existen dos tipos: cuando el enrollamiento es flojo y se ven las cámaras con los lados simétricos, se le llama a la concha evoluta, y cuando el enrollamiento es apretado, en el que las cámaras posteriores cubren a las anteriores se le llama concha involuta. También el enrollamiento puede ser en varios planos (trocoide).

La separación entre las cámaras se llama sutura; la abertura de la concha varía en posición y a veces presenta un cuello o labio. En la superficie de las conchas hay una ornamentación variada que consiste en gránulos, costillas, quillas, entre otros.

Existen dos clases de conchas producto de la alternancia en la reproducción: las microsféricas y las macrosféricas. En la concha microsférica el prolóculum es pequeño, pero ésta es grande con numerosas cámaras. Los individuos microsféricos cuando se reproducen forman en el protoplasma un gran número de núcleos, cada uno se rodea de una parte de protoplasma y secreta una concha pequeña con prolóculum grande y menor número de cámaras, constituyéndose la forma megalosférica; éstas son escasas y presentan un núcleo. Al reproducirse las formas megalosféricas, el núcleo se divide en varias porciones que funcionan como gametos flagelados que, al fusionarse con los gametos de otros organismos de la misma especie, generan un cigoto que dará origen a una concha microsférica y se cierra el ciclo. En algunas especies parece que hay trimorfismo, pero no está bien comprobado.

Dada la importancia de los foraminíferos como fósiles indi-

ces estratigráficos y de facies, han sido estudiados desde hace mucho tiempo y son diversos autores los que han sugerido clasificaciones de este grupo, basándose en los aspectos fisiológicos (reproducción), morfológicos (características de las cámaras y las aberturas, entre otros) y la composición química de la concha.

Entre los investigadores de mayor relevancia que han propuesto clasificaciones sistemáticas de los foraminíferos se cuenta a d'Orbigny, Brady, Cushmann, Glaessner, Sigal y Pokorny. Posteriormente a los autores antes citados, Loeblich y Tappan que colaboraron en el Tratado de Paleontología de Invertebrados (*In* Moore editor, 1964), proponen una clasificación muy completa, de la que se citan a continuación los principales taxa.

Suborden ALLOGROMIINA. Cámbrico Superior-Reciente

Superfamilia LAGYNACEA. Cámbrico Superior-Reciente

Suborden TEXTULARIINA. Cámbrico-Reciente

Superfamilia AMMODISCACEA. Cámbrico-Reciente

Superfamilia LITUOLACEA. Misisípico-Reciente

Suborden FUSULININA. Ordovícico-Triásico

Superfamilia PARATHURAMMINACEA. Ordovícico-
Pensilvánico

Superfamilia ENDOTHYRACEA. Silúrico-Triásico

Superfamilia FUSULINACEA. Misisípico Superior-
Pérmico

Suborden MILIOLINA. Misisípico-Reciente

Superfamilia MILIOLACEA. Misisípico-Reciente

Suborden ROTALIINA. Pérmico-Reciente

Superfamilia NODOSARIACEA. Pérmico-Reciente

Superfamilia BULIMINACEA. Triásico Medio-Reciente

Superfamilia DISCORBACEA. Triásico Medio-Reciente

Superfamilia SPIRILLINACEA. ?Triásico-Reciente

Superfamilia ROTALIACEA. Cretácico Medio-Reciente
 Superfamilia GLOBIGERINACEA. Jurásico Medio-Reciente
 Superfamilia ORBITOIDACEA. Cretácico-Reciente
 Superfamilia CASSIDULINACEA. Triásico-Reciente
 Superfamilia CARTERINACEA. Reciente
 Superfamilia ROBERTINACEA. ?Triásico-Reciente

Suborden ALLOGROMIINA. Cámbrico-Reciente

Se caracterizan porque la concha es pseudoquitinosa o aglutinante de granos de arena. El suborden comprende la superfamilia LAGYNACEA con un alcance estratigráfico del Cámbrico Superior al Reciente.

Los representantes de la familia tienen la concha monotalámica con protección pseudoquitinosa. Son característicos de agua dulce y salobre. *Allogromia* es un género abundante en el Reciente de Norteamérica.

Suborden TEXTULARIINA. Cámbrico-Reciente

La concha está constituida por la aglutinación de material diverso a base de cementantes muy variados. Este taxón se subdivide en dos superfamilias.

Superfamilia AMMODISCACEA. Cámbrico-Reciente

Presentan una gran variedad en la forma de la concha (irregular, esférica, tubular recta, con ramificaciones o enrollada), la cual no tiene divisiones, pero sí constricciones irregulares. La abertura es simple.

Las familias Astrorhizidae y Saccamminidae comprenden especies de formas monotalámicas, aglutinantes de grano grueso que son abundantes en el Paleozoico Temprano.

Superfamilia LITUOLACEA. Misisípico-Reciente

Las conchas son pluriloculares, rectas con arreglo triserial, biserial o enrolladas en espiral; aglutinantes a base de cemento calcáreo, ferruginoso o silicoso. Con aber-

tura simple o múltiple. Por ejemplo, se tiene al género *Lituola* que es cosmopolita y característico del Triásico al Reciente.

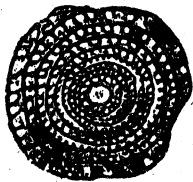
Los orbitolínidos son foraminíferos comunes en varias localidades del Cretácico Inferior de México, entre ellas Baja California, Jalisco, Michoacán y Colima. Son formas macroscópicas hasta de 2 cm de diámetro, calcáreas, perforadas, discoidales, aplanadas con el centro abultado, debido a que el crecimiento inicial es trocoidal y después planispiral.

Suborden FUSULININA. Ordovícico-Triásico

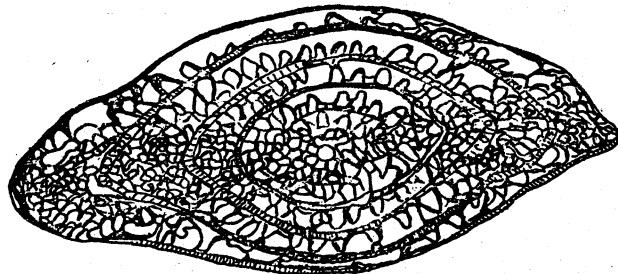
Se caracterizan porque la concha es fusiforme, con el eje de arrollamiento 'más largo que el diámetro ecuatorial. Los primitivos tienen la concha de calcita microgranular y en las formas menos evolucionadas con más de dos capas en la pared. El suborden comprende tres superfamilias con géneros indicadores estratigráficos. A fines del Paleozoico adquirieron gran desarrollo y son muy importantes en la estratigrafía (figura 3.1).



Parafusulina antimonioensis en donde se observa la sección axial de la concha megalosférica.



Sección sagital del mismo ejemplar. Esta especie fue descrita del Pérmico de El Antimonio, Sonora.



Pseudofusulina chiapasensis que muestra la sección axial. El ejemplar procede de Paso Hondo, Chiapas.

Superfamilia PARATHURAMMINACEA. Ordovícico-Pensilvánico

Las conchas son globulares o con cámaras racimosas, sin abertura o con aberturas múltiples en la terminación de tubos.

Superfamilia ENDOTHYRACEA. Silúrico Inferior-Triásico

Las conchas son tubulares, trocospirales, biseriales o uniseriales, divididas en cámaras. La pared es calcárea, fibrosa, finamente perforada o granular; las formas primitivas tienen inclusiones de granos de arena. La abertura es simple o múltiple, basal o terminal.

Superfamilia FUSULINACEA. Misisípico Superior-Pérmico

Los fusulínidos son muy importantes en la estratigrafía del Pensilvánico y Pérmico. Presentan una concha grande más complicada que en los otros foraminíferos; ésta tiene forma de huso o cilíndrica, perforada. Las formas primitivas presentan en la pared cuatro capas y las evolucionadas únicamente dos; no tienen abertura. Habitan mares neríticos y cálidos y, por lo general, son bentónicos, a excepción de formas con conchas ligeras. En México existen varias localidades con fusulínidos, entre ellas Caborca, Sonora; Patlanoaya, Puebla y Chicomuselo, Chiapas.

Suborden MILIOLINA. Misisípico-Reciente

Las conchas son grandes, calcáreas, aporcelanadas e imperforadas, con capas intermedias de pseudoquitina, raramente con inclusiones de material extraño.

Superfamilia MILIOLACEA. Misisípico-Reciente

Además de las características del suborden, tiene cámaras dispuestas en planos definidos de tal manera que en cada vuelta, hay el mismo número; por ejemplo, *Biloculina*, *Triloculina* y *Quinqueloculina*. Los miliólidos son abundantes en el Cretácico Medio de los estados de Morelos, Veracruz y Michoacán.

Los representantes del suborden se caracterizan por presentar las conchas de pared calcárea y perforada. Este taxón comprende diez superfamilias con géneros importantes en la estratigrafía del Mesozoico y Cenozoico.

Superfamilia NODOSARIACEA. Pérmico-Reciente

Las conchas son calcáreas, con perforaciones finas, planispirales, rectas o enrolladas, con abertura periférica o terminal.

Superfamilia BULIMINACEA. Triásico Medio-Reciente

Las conchas son calcáreas, alargadas, en forma de v, trocospirales, biseriales o monoseriales, con granulaciones finas o gruesas. La abertura en forma de hendidura, a veces con una placa dental o con reborde.

Superfamilia DISCORBACEA. Triásico Medio-Reciente

Se caracterizan porque las conchas son de calcita radial con arreglo trocospiral; la abertura se encuentra en la región umbilical.

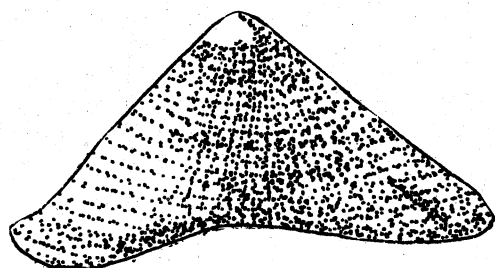
Superfamilia SPIRILLINACEA. ?Triásico-Reciente

Es un taxón con pocos representantes, con formas simples de concha calcárea, perforada, planispiral o cónica, de pocas cámaras.

Superfamilia ROTALIACEA. Cretácico Medio-Reciente

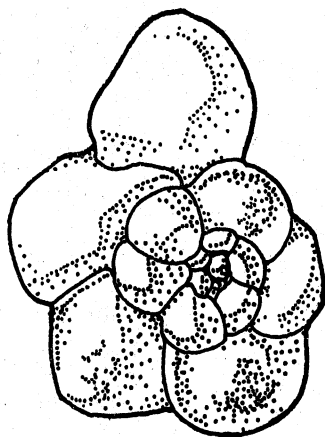
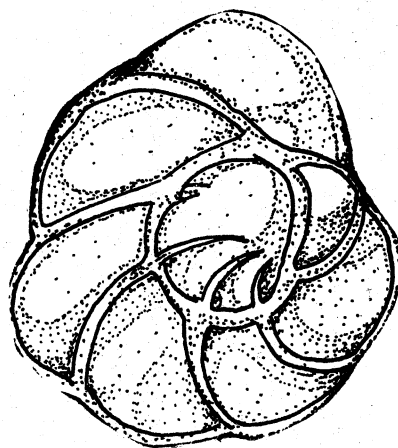
Los rotálidos tienen conchas calcáreas perforadas y hialinas, con arreglo trocospiral, paredes dobles y septos radiales, con forámenes intercamerales. En esta superfamilia se incluye a la familia Nummulitidae, cuyo alcance estratigráfico está comprendido entre el Cretácico Superior y el Reciente. Sus géneros se utilizan con mucha frecuencia en la estratigrafía del Paleogeno, por ser índices de fácil obtención ya que son abundantes en las rocas. Las conchas tienen la peculiaridad de que son planispirales, simétricas o asimétricas, evolutas o involutas, con numerosas cámaras y camaritas, con un sistema de canales complejos. La abertu-

ra es una hendidura arqueada en la base de los septos. Los numulítidos fueron muy abundantes en el mar del Tethys (figura 3.2).

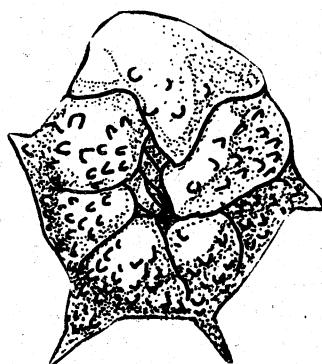


Orbitolina morelensis procedente de la Formación Morelos (Albiano) de Huetamo, Michoacán.

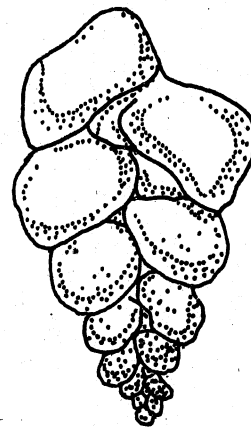
Rotalipora brotzeni del Cretácico Superior de Tamaulipas.



Rotalipora cushmani identificada del Cretácico Superior (Cenomaniano) de Tamaulipas y Nuevo León.



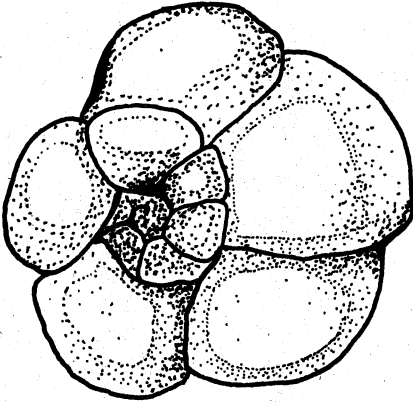
Heterohelix pulchra del Campaniano-Maastrichtiano de la Cuenca Tampico-Misantla.



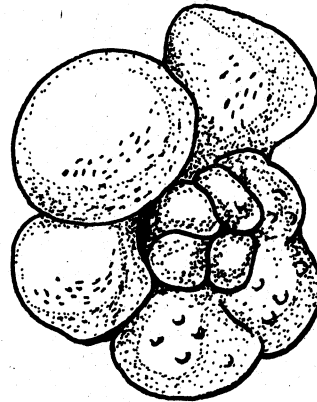
Globotruncana calcarata del Cretácico Superior de Tamaulipas y Chiapas.

Superfamilia GLOBIGERINACEA. Jurásico Medio-
Reciente

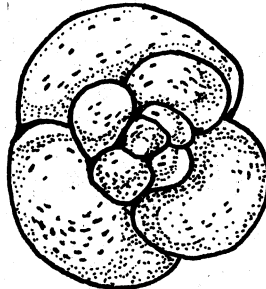
Las conchas presentan enrollamiento planispiral o trocospiral, con cámaras globosas de paredes dobles de calcita hialina, radial, perforada y, algunas veces, con carinas canaliculadas y espinas. La abertura puede presentar labio. También hay aberturas secundarias. Estos foraminíferos son típicamente planctónicos (figura 3.3).



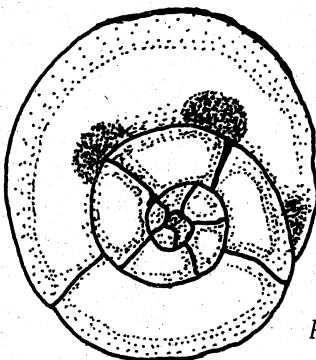
Globorotalia acostaensis, especie
del Mioceno de Tamaulipas.



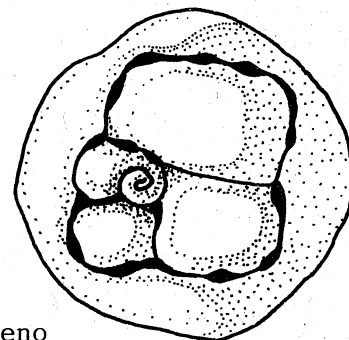
Globorotalia trinidadensis
del Paleoceno de Tamaulipas-
Veracruz.



Globigerina ampliapertura del
Eoceno-Oligoceno de Tamaulipas-
Veracruz y Chiapas.



Praeorbulina glomerosa del Mioceno
de Tamaulipas-Veracruz.



Superfamilia ORBITOIDACEA. Cretácico-Reciente

Las conchas con dos capas de calcita laminada radialmente tienen enrollamiento trocospiral o discoidal. Las cámaras simples o subdivididas están conectadas por estolones; las cámaras ecuatoriales son anulares y la forma es peculiar en los diversos géneros utilizados en la estratigrafía del Paleogeno.

La familia Lepidocyclinidae es característica de este grupo. En la cuenca petrolera de Tampico-Misantla, al oriente de México, son abundantes los lepidociclinidos, siendo *Lepidocyclina gigas* uno de los foraminíferos más grandes, pues alcanza hasta 15 cm de diámetro.

Superfamilia CASSIDULINACEA. Triásico-Reciente

Presentan conchas planispirales y trocospirales de alta y baja espira; la pared de calcita granular perforada; la abertura única o múltiple en forma de hendidura.

Superfamilia CARTERINACEA. Reciente

Las conchas son trocospirales, libres o fijas, las últimas cámaras están divididas por septos secundarios.

Superfamilia ROBERTINACEA. ?Triásico-Reciente

Las conchas son trocospirales formadas por aragonita, con las cámaras divididas internamente. La abertura principal tiene forma de hendidura y se localiza en la cara de la cámara, las aberturas secundarias se encuentran en cada septo.

CONSIDERACIONES ECOLOGICAS Y PALEOECOLOGICAS

Los foraminíferos viven principalmente en agua marina y salobre y son muy escasos en agua dulce (allogrómidos).

La mayoría son bentónicos y viven libremente sobre el sustrato o adheridos a algún objeto, pero otros son planctónicos (globigerínidos).

Son diversos los factores que determinan la distribución de estos organismos en el mundo: profundidad, temperatura, oxígeno, salinidad, clase de sedimentos, turbidez y topografía del terreno, entre los principales.

La temperatura es determinante, pues afecta el tamaño y la distribución; en agua cálida las especies son muy variadas, pero el número de individuos es reducido. La profundidad también influye en ellos, siendo selectiva hasta 60 m en aguas cálidas, donde se desarrollan especies de gran tamaño como los alveolínidos, numulítidos, etc. Entre más lejana está la costa es mayor el número de especies e individuos; en partes costeras poco profundas viven foraminíferos calcáreos aporcelanados y los foraminíferos de facies salobres poseen conchas delgadas.

El tamaño del grano de los sedimentos condiciona que entre más pequeño sea, haya mayor número de organismos. La turbidez del agua impide la fotosíntesis, de tal manera que influye en la ausencia de formas calcáreas y en la presencia de formas aglutinantes.

Los foraminíferos arenáceos de constitución sencilla, abundan en agua somera y los más complicados en agua profunda.

Los foraminíferos planctónicos de las regiones tropicales (cuyo comienzo se remonta al Cretácico), son escasos en baja salinidad y numerosos en lugares alejados de la costa, disminuyendo en relación directa al enfriamiento del agua.

Los foraminíferos son muy útiles como fósiles índices en la estratigrafía aplicada a la prospección de hidrocarburos, debido a su tamaño pequeño, a su distribución muy amplia en los mares del pasado geológico y a su evolución que se manifiesta en una variedad insospechada de formas.

En diferentes regiones del mundo, se han establecido zonaciones, particularmente con base en géneros índices para controlar de una manera efectiva, las perforaciones en la búsqueda del petróleo. Por estas razones son unos de los fósiles más estudiados por sus aplicaciones prácticas, con una obvia importancia económica.

DISTRIBUCION GEOLOGICA

Varios investigadores sugieren que los foraminíferos comenzaron su existencia en el Precámbrico, pero que seguramente las protecciones del cuerpo celular eran córneas o pseudoquitinosas y no dejaron evidencias claras de su existencia en ese tiempo. *Birrimarnoldia* del sur de Africa se consideraba como un foraminífero de esa edad, pero posteriormente se aclaró que se trataba de pequeños nódulos silicosos o ferrosos, posiblemente inorgánicos.

En el Cámbrico y en el Ordovícico, ciertas formas relativamente bien conservadas, atribuidas a los astrorrizidos y allogrómidos, marcan con cierta seguridad la presencia del grupo en el sistema. Como ya es conocido, estas superfamilias se caracterizan por la sencillez de las conchas quitinosas o aglutinantes, debido a que adicionan sustancias inorgánicas del ambiente en que se desarrollaron. Entre ellas se mencionan *Chitinodendron*, *Archaeochitosa*, *Bathysiphon*, *Tholosina*. Las conchas calcáreas más antiguas se atri-

En el Silúrico los allogrómidos (*Xenotheka*) y sacamínidos - (*Saccamina*) son comunes. Las primeras conchas tubulares, enrolladas, aparecen en este sistema entre los ammodiscidos (*Ammodiscus*, *Lituotuba*) y también las de calcita granulosa entre los nodosinélicos (*Eolagena*).

En el Devónico, además de los taxa anteriormente mencionados, surgen los paraturamínidos con sus características formas microgranulares (*Parathuramina*, *Uralinella*, *Bisphaera*); los caligéridos (*Caligella*, *Shuguria*); los moravamínidos (*Earlandia*, *Moravammina*); los nodosinélicos (*Tuberitina*, *Umbellina*) y los pticocládidos (*Tscherdyncevelia*). También aparece la familia de los semitextuláridos (*Semitextularia*); los primitivos tournayélicos (*Tournayella*) y los primeros endotíridos (*Nanicella*, *Rhenothyra*).

En el Misisípico son muy importantes por su abundancia los endotíridos y en el Permo-Carbonífero los fusulínidos. En el Carbonífero comienzan formas complejas aglutinantes como los lituoláceos (*Textularia*, *Ammobaculites*).

Las formas más importantes de conchas calcáreas microgranulares, fueron las de los endotíridos que dan origen en el Misisípico Superior a los fusulínidos con formas de eje corto y enrollamiento apretado. Posteriormente adquieren un gran desarrollo y las conchas son muy variadas en el tamaño, el enrollamiento y la morfología interna. En el Pérmico prevalecen los fusulínidos con una complicación de sus estructuras internas (septos acanalados) para extinguirse a fines del sistema y surgen formas aglutinantes (*Oryctoderma*); microgranulares (*Colaniella*); aporcelanadas con cámaras enrolladas en zigzag (*Meandrospira*) y perforadas hialinas como la familia nodosariidae (*Nodosaria*, *Astacolus*, *Lingulina*).

En el Triásico son comunes los representantes de la familia Schizamminidae (*Schizammina*); los primeros sorítidos aporce-

lanados (*Triasina*) y las últimas formas microgranulares (*Trataxis*). Los nodosáridos fueron dominantes en el Triásico y, entre ellos, los géneros *Lenticulina*, *Marginulina*.

Los nodosáridos junto con los polimorfinidos y glandulínidos son dominantes en el Jurásico. Asimismo, aparecen las primeras formas planctónicas con los guembelitrinos (*Gubkinella*). También son característicos de este periodo, los noniónidos, los ceratobulimínidos y los epistomínidos.

El Cretácico se caracteriza por la presencia de miliólidos, orbitolínidos, alveolínidos y orbitoíddidos. Se encuentran nuevos lituólidos (*Choffatella*, *Daxia*, *Navarella*, *Arenonia*, etc.). Los orbitolínidos más representativos son especies de *Dictyoconus*, *Orbitolina*, *Iraqia* y *Simplorbitolina*. Entre los calcáreos imperforados se citan los spiroculínidos (*Spiroculina*) y muchos géneros de miliólidos, sorítidos y los primeros alveolínidos.

Los foraminíferos de conchas calcáreas, hialinas, enrolladas están representados principalmente por los bulimináceos (*Buliminella*, *Rectobulimina*). Surgen los eouvigerínidos que en el Cretácico Superior son muy importantes (*Eouvigerina*), los rotálidos y los numulítidos.

Los conjuntos de foraminíferos planctónicos de importancia, se inician en el Cretácico entre los heterohelícidos, los pnomalínidos y los rotalipóridos; además aparecen otras formas como los globigerínidos, los orbitoidáceos bilaminados (*Orbitoides*, *Lepidorbitoides*) y los noniónidos (*Nonion*).

En el Paleoceno, continúan muchas de las formas del Cretácico, pero también muchas otras desaparecen. Asimismo surgen nuevos foraminíferos grandes, entre ellos los numulítidos y discociclínnidos y los primeros hantkeninos y globorotálidos. Los globigerínidos son la familia más importante del Paleoceno (*Globigerina*, *Globoconusa*, *Subbotina*) (figura 3.3).

En el Eoceno los numulítidos se desarrollaron enormemente, de tal manera que forman rocas casi exclusivamente con

la acumulación de los caparazones, como los lepidociclídeos (*Lepidocyclina*, *Pseudolepidina*, *Helicolepidina* y *Helicostegina*) que son muy abundantes. En esta época comienzan los ataxifrágmidos (*Clavulina*, *Liebusella*), los miliólidos complejos (*Miliola*, *Hauerina*, *Austrotrillina*, *Fibularia*, *Articularia*), los plectofrondiculáridos, nuevas formas de bulimínidos, discórbidos, rotálidos (*Elphydium*, *Ferayina*) y los primeros casidulínidos (*Cassidulina*, *Ganella*, *Queraltina*). Asimismo, nuevos foraminíferos planctónicos hacen su aparición, entre ellos los globigerínidos (*Globigerinoides*, *Globigerapsis*) y otros (*Hantkenina*, *Cribohantkenina* y *Clavigerinella*).

Foraminíferos grandes son característicos del Oligoceno y Mioceno, como los miogipsínidos y los lepidociclídeos; sorítidos complejos, rotálidos y calcarínidos. Entre los foraminíferos planctónicos los hantkenínidos (*Beela*, *Hastigerina*) y los globigerínidos (*Orbulina*, *Candeina*, *Globigerinita*, etc.) desarrollan muchas formas.

Los cuales En el Plioceno y Pleistoceno aparecen algunos géneros nuevos dentro de los rotálidos (*Pseudorotalia*), los elfínidos (*Ceillanthus*) y globigerínidos (*Pulleniatina*).

Clase ACTINOPODA. Cámbrico-Reciente

Los actinópodos se caracterizan porque utilizan para su desplazamiento pseudópodos finos y radiales, que parten del centro de la testa, llamados también filópodos o axópodos.

Subclase RADIOLARIA. Cámbrico-Reciente

Los radiolarios son protozoarios marinos, pelágicos, planctónicos, que tienen una testa de naturaleza silícea, esférica, en forma de yelmo, de mitra, etc., con perforaciones grandes y espinas muy frágiles, generalmente radiales, denominada scleracoma. Al cuerpo celular se le llama malacoma y está formado por dos partes: la interna o citoplasma intracapsular que generalmente tiene un núcleo y la externa

o citoplasma extracapsular que presenta del centro a la periferia: la matriz de función asimiladora, el calima con vacuolas contráctiles y zooxantelas y el sarcodictio que es una red citoplasmática. El citoplasma intracapsular está separado del citoplasma extracapsular por una cápsula central, cuya membrana es de naturaleza quitinosa y presenta numerosos poros.

Los radiolarios se conocen desde el Cámbrico, se encuentran en todos los periodos y, debido a su abundancia, contribuyen a formar la radiolarita, roca muy parecida a la diatomita, que tiene aplicaciones industriales. Los radiolarios no son muy utilizados en los estudios estratigráficos pues cambiaron muy poco en el tiempo.

CLASIFICACION

Orden PORULOSIDA. Cámbrico-Reciente

Suborden ACANTHARINA. Eoceno-Reciente

Suborden SPUMELLINA. Cámbrico-Reciente

Orden OSCULOSIDA. Cámbrico-Reciente

Suborden NASSELLINA. Cámbrico-Reciente

Suborden PHAEODARINA. Cretácico-Reciente

Orden PORULOSIDA. Cámbrico-Reciente

Los representantes del orden Porulosida tienen forma esferoidal, con espinas dispuestas radialmente. La cápsula central está completamente perforada.

Suborden ACANTHARINA. Eoceno-Reciente

Los acantharínidos presentan la cápsula central con la membrana delgada. El esqueleto está constituido por espinas de SrSO_4 o de silicatos de aluminio y calcio, que parten del centro de la célula.

Son radiolarios primitivos cuya cápsula central está protegida por una concha silicosa, esférica, aplanada o alargada en una dirección. Los espumeláridos más complejos tienen el esqueleto formado por cinco o más conchas concéntricas.

Orden OSCULOSIDA. Cámbrico-Reciente

El grupo se caracteriza porque la cápsula central tiene los poros restringidos a un polo o a las aberturas tubulares.

Suborden NASSELLINA. Cámbrico-Reciente

Son organismos de esqueleto silíceo que adopta diversas formas, entre ellas: de trípode, anillo o reticulada. La cápsula central está perforada en uno de los polos y presenta una sola membrana.

Suborden PHAEODARINA. Cretácico-Reciente

Este grupo se caracteriza porque el esqueleto silíceo está formado generalmente de tubos, espinas o espículas y algunas veces por dos valvas. La cápsula central tiene doble membrana, una sola abertura principal y en el polo opuesto varias aberturas accesorias.

CONSIDERACIONES ECOLOGICAS Y PALEOECOLOGICAS

Los radiolarios son organismos marinos, planctónicos, que viven en todas las latitudes, aunque están mejor adaptados en las regiones tropicales. Se les encuentra en la zona pelágica, desde los 300 m, donde pululan los porulósidos, hasta la región abisal donde predominan los feodarios y algunos naselarios.

La consistencia del esqueleto tiene relación directa con la profundidad en la que viven, encontrándose formas de esqueletos delicados en el agua superficial y otras de esqueleto sólido a gran profundidad. Este concepto se aplica a los fósiles y se deduce que en el pasado vivieron principalmente en la parte superior del océano.

La acumulación de los esqueletos en los fondos marinos forma fangos de radiolarios, que corresponden aproximadamen-

te al 3.5% de los depósitos oceánicos. Este hecho también ocurrió en el pasado geológico y muchas rocas, entre ellas cuarcitas, cretas, radiolaritas, etc., están constituidas casi en su totalidad por radiolarios.

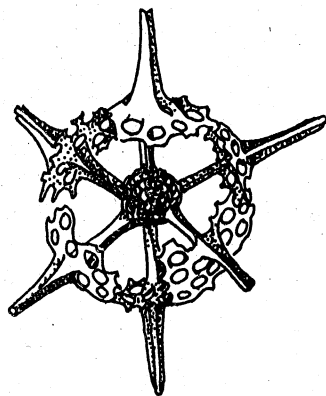
DISTRIBUCION GEOLOGICA

Los radiolarios tienen un alcance estratigráfico comprendido entre el Precámbrico y el Reciente. Sin embargo, los hallazgos del grupo en el Precámbrico, son considerados como dudosos y no es hasta el Devónico en localidades de Texas y California, cuando su presencia es indiscutible.

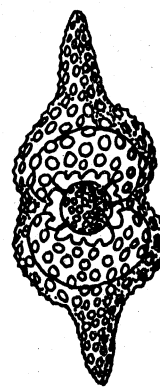
Entre las formas paleozoicas con gran significación paleontológica, existen los espumelarios y los naselarios, y en el Cretácico se inician los feodarios.

Estudios recientes han revelado que en el Terciario existieron radiolarios con una distribución geográfica amplia y una variación rápida en el tiempo, de tal manera que son utilizados como fósiles guía.

Las investigaciones estratigráficas basadas en radiolarios de México se han llevado a cabo en la secuencia mesozoica (Triásico Superior-Cretácico Superior) de la península de Vizcaíno, Baja California, así como en los estados de Jalisco, Sinaloa, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Guerrero y México; y en el Terciario de Baja California y las Islas Marías (figura 3.4).



Hexalonche microsphaera



Cannartiscus amphycylindricus

Figura 3.4 RADIOLARIOS DEL TERCIARIO DE BAJA CALIFORNIA

Subphylum FLAGELLATA. Cámbrico-Reciente

Se caracterizan porque el medio de locomoción es a través de flagelos. Su alcance está comprendido entre el Cámbrico y el Reciente. Este grupo es controvertido, pues tiene entre sus representantes algunos con caracteres mezclados de vegetales y animales.

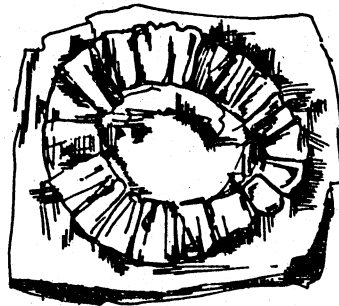
Clase PHYTOFLAGELLATA. Cámbrico-Reciente

Son flagelados que presentan pigmentos con los que efectúan la fotosíntesis.

Orden COCCOLITHOPHORIDA. Cámbrico Superior-Reciente

Los cocolitofóridos son marinos y planctónicos; en la actualidad habitan la zona epipelágica de las regiones templadas y calientes del mundo. El cuerpo está formado por placas de 1 a 15 micras, que al morir se disgregan y quedan sueltas en los sedimentos; las que tienen forma circular o elíptica se llaman cocolitos y las de forma de clava se llaman rabdolitos (figura 3.5).

A partir del Jurásico son muy abundantes y se les utiliza en la estratigrafía.



Conusphaera mexicana

Figura 3.5 COCOLITOFORIDO DEL JURASICO SUPERIOR DE TAMAULIPAS Y VERACRUZ

Orden SILICOFLAGELLIDA. Cretácico Medio-Reciente

Son protozoarios marinos, planctónicos, pequeños, aproximadamente de 30 micras; con el esqueleto formado por bandas silíceas y espinas que protegen el cuerpo celular.

En la actualidad es un grupo reducido que comenzó en el Cretácico Medio y abundó en el Terciario, *Dictyocha* y *Mesocena* son géneros representativos (figura 3.6).

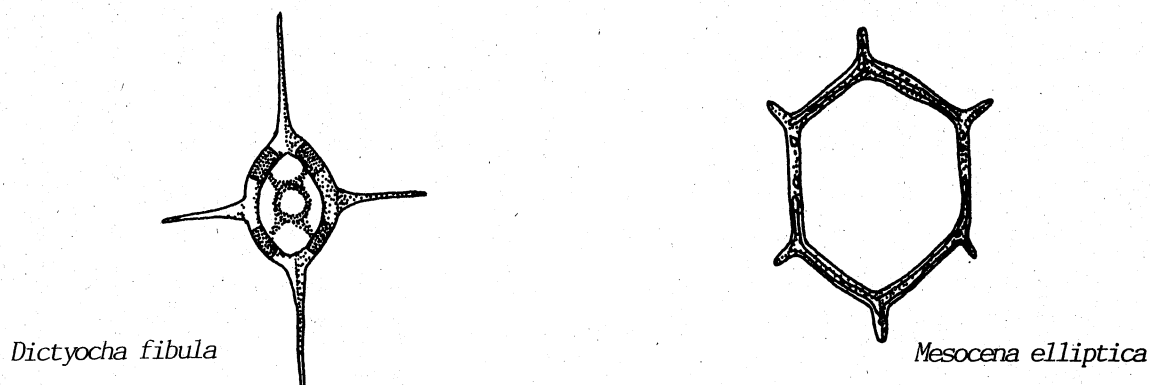


Figura 3.6 SILICOFLAGELADOS DEL Terciario DE VERACRUZ

Orden DINOFLAGELLIDA. Carbonífero-Reciente

Son protozoarios con una protección de celulosa, formada generalmente por placas que se impregnan de carbonato de calcio o sílice y debido a esto fosilizaron. La forma es rómbica y presenta dos surcos, uno ecuatorial y el otro transversal, de donde parten los flagelos. No tienen importancia estratigráfica. Actualmente son muy abundantes y provocan la marea roja, perjudicial para la pesca.

Dichadogonyaulax culmula

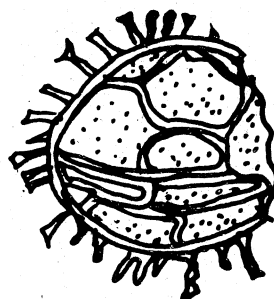


Figura 3.7 DINOFLAGELADO DEL JURASICO SUPERIOR DE TABASCO

Orden CHRYSOMONADINA. Cretácico Superior-Reciente

Son flagelados marinos o de agua dulce, con membrana celulósica o silíceo, de forma muy simple, esferoidal u ovoide, con una abertura circular, que en ocasiones se encuentra en la parte terminal de un tubo. La superficie del revestimiento celulósico o silíceo es lisa, espinosa, reticular o con costillas.

Los fósiles marinos de este grupo, son abundantes desde el Cretácico Superior y los de agua dulce se mencionan a partir del Eoceno Medio.

Archaeosphaeridium dangeardianum

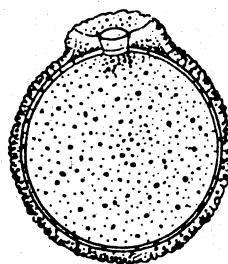


Figura 3.8 CRISOMONADINO DEL MIOCENO

Orden EBRIIDA. Paleoceno-Reciente

Son flagelados marinos, planctónicos, con esqueleto silíceo de forma irregular, constituido por bandas y espinas. Estos organismos se encuentran frecuentemente en los lechos margosos del Terciario Superior.

Ditripodium fenestratum

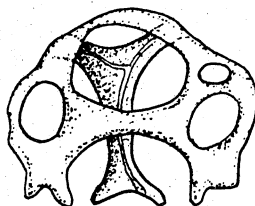


Figura 3.9 EBRIDEO DEL MIOCENO DE LA ISLA MARIA MADRE, NAYARIT

Orden DISCOASTERIDA. Cretácico-Reciente

Es un grupo pequeño de organismos marinos, de posición taxonómica incierta, extinto; supuestamente relacionado con los cocolitofóridos. El cuerpo está formado por placas de composición calcárea y de tamaño semejante a cocolitos (10 a 15 micras), pero tienen forma estrellada pues son de simetría radial. Varían mucho con el tiempo por lo que se utilizan en la estratigrafía.

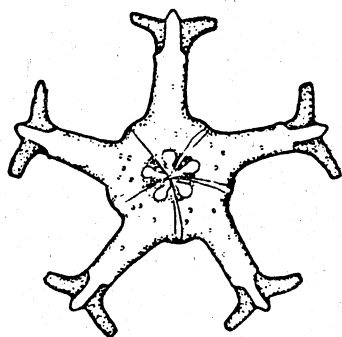
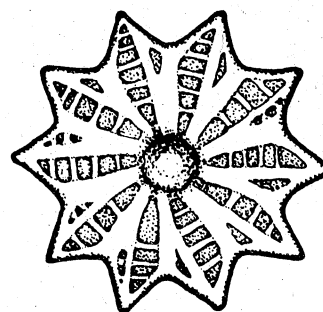
*Discoaster martinii**Discoaster elegans*

Figura 3.10 DISCOASTERIDOS DEL TERCIARIO DE MEXICO

Subphylum CILIOPHORA. Jurásico Superior-Reciente

Presentan pestañas vibrátiles o cilios por medio de los cuales se mueven.

Subclase EUCILIATA. Jurásico Superior-Reciente

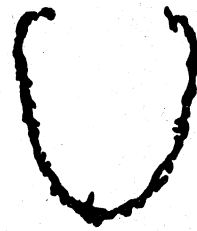
Son los infusorios espirotricos.

Suborden TINTINNINA. Jurásico-Eoceno

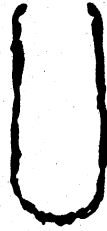
Es un pequeño grupo importante en paleontología. El cuerpo tiene forma de campana al que se conoce como lorica o lorica, es de naturaleza quitinosa, con agregados de arena. Los calpionéllidos y colomiéllidos son fósiles marinos característicos de los mares del Dominio del Tethys, durante el Jurásico y Cretácico. Los tintínidos son abundantes en las calizas del Jurásico Superior-Cretácico de Tampico, Tamaulipas, con géneros como *Calpionella* (figura 3.11).



Tintinnopsella longa



Calpionellites dadayi



Calpionellopsis oblonga



Stenosemellopsis hispanica



Calpionella alpina

Figura 3.11 EUCILIADOS TINTINIDOS PROCEDENTES DEL AREA
DE LINARES-GALEANA, NUEVO LEON

FORAMINIFEROS

- ABERTURA ACCESORIA. Es aquella que se abre en estructuras como las bullas y tegillas, propias de los foraminíferos planctónicos.
- ADVENTICIOS. Partículas externas en las conchas aglutinantes.
- AGLUTINADA. Concha con partículas extrañas cementadas a través de diversas sustancias.
- ALVEOLO. Cavidad pequeña, ciega en la pared de la concha de los fusulínidos.
- AMEBIDO. Que tiene forma de amiba y emite pseudópodos.
- ANTERIOR. En relación a la abertura.
- ANULAR. Cilíndrico o en forma de anillo.
- APERTURA. Aberturas exteriores de las cámaras.
- ARBORESCENTE. En forma de ramas.
- ARENACEA. Concha que aglutina arena o partículas similares.
- ARCILLOSO. Formado por lodo o arcilla en las testas aglutinantes.
- AXIS. Eje imaginario en el enrollamiento de las conchas.
- BICONVEXA. Con ambos lados convexos más o menos inflados.
- BIFIDO. Dividido en dos ramas.
- BIFORAMINADO. Que tiene una abertura primaria y otra secundaria.
- BILAMINAR. Que tiene paredes con dos capas primariamente formadas.
- BILOCULINA. Con dos cámaras en la parte exterior de la testa.
- BISERIAL. Arreglo de cámaras en dos líneas.
- BULLA (Bullae). Ampolla que cubre las aberturas primarias o secundarias en los foraminíferos planctónicos.
- CANALICULADO. Series de finas cavidades tubulares.
- CAMARA. Cavidades en las conchas, conectadas por poros, forámenes intercamerales u otras comunicaciones.
- CITOPLASMA. Protoplasma rico en proteínas.
- COSTILLADA. Que presenta costillas.

CRIBADA. Con perforaciones.

CUNICULUS. Túneles continuos formados por los septos dendríticos en las cavidades. Con ramificaciones como las dendritas de las neuronas.

DEUTEROCONCHA. Cámara formada inmediatamente al prolóculo.

DIMORFISMO. La presencia en la misma especie de dos formas (megalosférica y microsférica) producto de una alternancia en la reproducción.

DISTAL. En relación al prolóculo.

DORSAL. Lado opuesto al ventral. Lado espiral de las formas trocoidales.

ECUATORIAL. Localización en el plano medio normal al eje de enrollamiento.

EPITECA. Depósito secundario de la pared interna de algunos fusulínidos.

ESPINOSO. Que tiene finas prolongaciones (espinas) en la superficie de la concha. Cada espina es un solo cristal de calcita.

ESTOLON. Prolongación del cuerpo que conecta las cámaras en los orbitoides.

ESTRIA. Surco o línea paralela que marca la concha.

EVOLUTO. Enrollamiento muy flojo en que las cámaras posteriores no cubren a las anteriores.

FLABELIFORME. En forma de abanico.

FORAMEN (Forámina). Aberturas entre las cámaras localizadas en la base de los septos.

FOSETAS. Surcos paralelos a la periferia.

FUSIFORME. En forma de huso.

HEMISEPTO. División parcial de las cámaras en algunos Litoolacea.

HIALINO. Translúcido.

IMPERFORADO. Sin poros; se usa en la descripción de las testasaporcelanadas.

INTERCAMERAL. Entre dos cámaras.

INTERSEPTAL. Localizado entre los septos.

INVOLUTA. Con enrollamiento apretado, en el que las cámaras posteriores cubren a las anteriores.

LABERINTICO. Arreglo interior de la concha, en que las paredes tienen canales dendríticos, entrelazados y perpendiculares a la superficie.

- LABIO. Reborde de la abertura.
- LANCEOLADO. En forma de lanza, plano.
- LENTICULADO. En forma de lente.
- LOBOPODOS. Pseudópodos con los extremos redondeados.
- LOCULO. Cámara.
- MEGALOSFERICA. Concha pequeña con prolóculo grande.
- MICROSFERICA. Concha grande con prolóculo pequeño.
- MILIOOLINA. Arreglo de cámaras largas y estrechas.
- MULTILOCLULAR. Con numerosas cámaras.
- OMBLIGO. Espacio formado entre el margen interno de la pared umbilical de las cámaras.
- PARED HIALINA GRANULAR. Pared formada por calcita granular.
- PERFORADO. Se refiere a que en las conchas calcáreas hialinas hay orificios, forámenes y canales.
- PLANISPIRAL. Enrollamiento en un plano.
- POLITALAMICA. Compuesta por numerosas cámaras.
- PROLOCULO. Cámara inicial de la concha de los foraminíferos.
- PROXIMAL. Cercano al prolóculo.
- PSEUDOCAMARA. Cavidad de la concha parcialmente subdividida.
- PSEUDOQUITINA. Material proteínico, semejante a la queratina, propio de los protozoarios.
- PSEUDOPODOS. Proyecciones citoplasmáticas que sirven para la locomoción.
- QUINQUELOCULINA. Con cinco cámaras externas visibles.
- RECTILINEAR. Crecimiento en línea recta.
- RENIFORME. En forma de riñón.
- RIZOPODOS. Pseudópodos anastomozados y bifurcados.
- SEPTO. División entre las cámaras de la concha.
- SEPTO SECUNDARIO. División menor de las camaritas.
- SESL. Fijo al fondo o sustrato.
- SIGMOIDEO. En forma de "S".
- SIFON. Tubo interno que se extiende dentro de la abertura.
- SUBSEPTADO. Que tiene septos incipientes en las formas pseudocameradas.
- SUTURA. Línea de unión entre dos cámaras o dos vueltas.
- SIMBIOSIS. La asociación vital benéfica entre dos organismos.
- TECTINA. Sustancia orgánica albuminoide, parecida a la quitina.

TEGILUM (tegilla). Cubierta umbilical en las testas de los foraminíferos planctónicos.

TESTA. Concha, caparazón, carapacho de los foraminíferos, principalmente de naturaleza quitinosa y calcárea.

TRILOCULINA. Tres cámaras visibles en la parte externa de la concha.

TRISERIAL. Las cámaras arregladas en tres columnas.

TROCOIDE. Trocospiral, rotaloide, rotaliforme. Cámaras enrolladas espiralmente, involutas en un lado y evolutas en el otro.

TUBERCULADO. Cubierto con pequeñas prominencias.

UNILOCULAR. Que tiene una sola cámara.

UNISERIAL. Arreglo de las cámaras en una sola hilera.

VENTRAL. Lado inferior de la testa, comúnmente referido para el lado umbilical.

VITREO. Hialino, que tiene apariencia de vidrio.

VUELTA. Una sola evolución en el enrollamiento de la concha (360°).

RADIOLARIOS

ABERTURA. Apertura principal de la concha.

ASTRAL. En forma de estrella.

AXOPODO. Extensión protoplásmica de la célula del radiolario.

CALYMMA. Parte intermedia del citoplasma que contiene vacuolas alimenticias y zooxantelas.

CAPSULA CENTRAL. Cubierta mucosa o quitinosa que envuelve al citoplasma intracapsular y al núcleo.

CITOPLASMA EXTRACAPSULAR. Protoplasma externo a la cápsula.

CONCHA CORTICAL. La concha externa de los espumelarios.

DIPLOCONICA. Concha formada por dos conos opuestos en un eje.

ESPICULA. Elemento esquelético pequeño.

ESPINA. Elemento esquelético en forma de aguja.

HELICOIDAL. Enrollamiento asimétrico.

MALACOMA. El conjunto de las partes blandas.

NUCLEO. Centro dinámico de la célula que controla los procesos nutritivos y hereditarios.

PLANISPIRAL. Enrollamiento en un plano.

SARCODICTIO. Capa externa del citoplasma.

SCLERACOMA. El conjunto de las partes esqueléticas.

TRIPODE. Estructura formada por tres partes.

VACUOLA. Espacio en el citoplasma.

YELMO. Estructura en forma de armadura antigua que cubría la cabeza.

ZOOXANTELAS. Algas simbioses intracelulares.

BIBLIOGRAFIA

FORAMINIFEROS

- AYALA-CASTAÑARES, A., 1960, *Orbitolina morelensis* sp. nov., de la Formación Morelos del Cretácico Inferior (Albiano) en la región de Huatamo, Michoacán. Univ. Nal. Autón. México. Paleontología Mexicana, no. 6, 16 p. 2 láms.
- _____, 1963, *Foraminíferos grandes del Cretácico de la región central del estado de Chiapas*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana, no. 13, p. 57-73, 5 láms.
- _____, 1963, *Sistemática y distribución de los foraminíferos recientes de la laguna de Términos, Campeche, México*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Bol. 47, no. 3, 130 p., 11 láms.
- BARKER, R.W., 1939, *Species of the foraminiferal family Camerinidae in the Tertiary and Cretaceous of Mexico*. United States. Mus. Proc., vol. 86, p. 305-330, láms. 11-22.
- BONET, FEDERICO, 1956, *Zonificación microfaunística de las calizas cretácicas del Este de México*. Bol. Asoc. Mexicana, Geól. Petrol., v. 8, No. 7-8, p. 389-488, 31 láms.
- BUTTERLIN J. Y BONET F., 1960, *Microfauna del Eoceno de la península de Yucatán, México*. Univ. Nal. Autón. México, Paleontología Mexicana no. 7, 18 p., 3 láms.
- _____, 1961, *Grandes foraminíferos del Pozo Palizada Num. 2, municipio de Palizada, estado de Campeche, México*. Univ. Nal. Autón. México, Paleontología Mexicana no. 10, 59 p., 11 láms.
- COOPER, G.A., DUMBAR, C.O., DUNCAN, H., MILLER, A.K. Y KNIGHT, J.B., 1965, *Fauna Pérmica del Antimonio, oeste de Sonora, México*. Univ. Nal. Autón. México. Boletín no. 58, 199 p., 16 láms.
- CUSHMANN, J. A., 1923, *The Foraminifera of the Vicksburg group*. United States, Geol. Survey Prof. Paper 133, p. 11-71, láms. 1-8.
- _____, 1935, *Upper Eocene Foraminifera of the southeastern United States: Ibid*, Prof. Paper 181, p. 1-88, láms. 1-23.
- _____, 1946, *Upper Cretaceous Foraminifera of the Gulf Coastal region of the United States and adjacent areas*. Ibid, Prof. Paper 206, p. 1-241, láms. 1-66.
- _____, 1948, *Foraminifera, their classification and economic use*. Harvard University Press, Cambridge, 4th ed., p. 1-605, láms. 1-5.

- CUSHMANN, J.A. & ELLISOR, A. C., 1945, *The foraminiferal fauna of the Anahuac Formation*. Jour. Paleontology, vol. 19, p. 545-572, láms. 71-78.
- _____ & PONTON, G. M., 1932, *Foraminifera of the Upper, Middle, and part of the Lower Miocene of Florida*. Florida Geol. Survey Bull. 9, p. 1-147, láms. 1-17.
- _____ & WATERS, J.A., 1930, *Foraminifera of the Cisco group of Texas*. Texas Univ. Bull. 3019, p. 22-81, láms. 2-12.
- DUNBAR, C.O. & SKINNER, J.W., 1937, *Permian Fusulinidae of Texas*. Texas Univ. Bull. 3701, p. 517-825, láms. 42-81.
- ELLIS, B.F. & MESSINA, A.R., 1940 et seq., *Catalogue of Foraminifera*. American Museums of Natural History, New York, 45 volumens.
- ESTAVILLO, F., 1976, *Estudio micropaleontológico de algunos sedimentos del Reciente del golfo de México*. Bol. Soc. Geol. Mexicana, T. 37, no. 1, p. 32-47, 2 láms.
- GALLOWAY, J.J., 1933, *A manual of Foraminifera*. Principia Press, Inc., Bloomington, p. 1-483, láms. 1-42.
- GAMPER, M.A., 1977, *Acerca del límite Cretácico-Terciario en México*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista vol. 1, núm. 1, p. 23-27.
- GARRETT, J.B., Jr., 1939, *Some middle Tertiary smaller Foraminifera from subsurface beds of Jefferson County, Texas*. Jour. Paleontology, vol. 13, p. 575-579, láms. 65-66.
- GLAESSNER, M.F., 1947, *Principles of Micropaleontology*. New York, Wiley, p. 1-296, láms. 1-14, figs. 1-64.
- TRELAND, H.A., 1939, *Devonian and Silurian Foraminifera from Oklahoma*. Jour. Paleontology, vol. 13, p. 190-202, figs. A1-36, B1-39.
- INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO, 1984, *Catálogo de Microfósiles índice del Paleozoico, Jurásico Superior-Cretácico y Microfacies del Paleozoico de México*. 2 partes.
- LONGORIA, J.F., 1977, *El límite Cretácico Inferior-Cretácico Superior en México basado en los foraminíferos planctónicos*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista 1, núm. 1, p. 5-9.
- _____, 1977, *Bioestratigrafía del Cretácico Superior basada en foraminíferos planctónicos*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista vol. 1, núm. 1, p. 10-22.
- KLEINPELI, R.M., 1938, *Miocene stratigraphy of California*. American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, p. 1-450, láms. 1-22, figs. 1-13.

- MENESES DE GYVES, J., 1950, *Zonas micropaleontológicas del Oligoceno del Noreste de México*. Boletín de la Asoc. Mexicana de Geol. Petrol., - vol. II, no. 1, p. 71-81, 3 figs., 1 lám.
- MYERS, E.H., 1936, *The life-cycle of Spirillina vivipara Ehrenberg, with notes on morphogenesis, systematics and distribution of the Foraminifera*. Jour. Royal Micr. Soc., vol. 56, p. 120-146, láms. 1-3.
- NATLAND, M.L., 1933, *The temperature and depth distribution of some Recent and fossil Foraminifera in the southern California region*. Bull. Scripps Inst. Oceanography Tech. Ser., vol. 3, p. 225-230.
- ORBYGNY, A.D. D', 1846, *Foraminifères fossiles du Bassin tertiaire de Vienne*. Paris, p. 1-312, láms. 1-21.
- ORNELAS, S.M., 1971, *Distribución estratigráfica de algunas especies de Globigerínidos Cretácicos*. Univ. Nal. Autón. México, Facultad de Ciencias, Tesis de Licenciatura, 50 p., 5 láms.
- PARKER, F.L., 1948, *Foraminifera of the continental shelf from de Gulf of Maine to Maryland*. Bull. Mus. Comp. Zool., vol. 100, no. 2, p. 213-241, láms. 1-7.
- SANSORES, J.C. y FLORES, C.C., 1972, *Descripción de seis nuevas especies de foraminíferos de la Cuenca Salina del Istmo de Tehuantepec, México*. Revista del Instituto Mexicano del Petróleo, vol. 4, no. 4.p. 77-83, 1 lám.
- SHERBORN, C.D., 1893, 1896, *An index to the genera and species of the Foraminifera*. Smithsonian Misc. Coll., Publ. 856.
- SOTO, J.F., 1983, *Dos especies nuevas de foraminíferos planctónicos del Cretácico Superior de México*. Revista Inst. Mexicano del Petróleo, Nota Técnica, v. 14, No. 4, p. 88-100, láms. 1-5.
- THOMPSON, M.L., 1948, *Studies of American Fusulinids*. Kansas Univ. Paleont. Contr., Protozoa, Art. 1, p. 1-184, láms. 1-38.
- _____, 1956, *Rocas Paleozoicas del Sur de México*. Congreso Geológico Internacional, México, D.F., Excursión C-15, p. 61-70, 2 láms.
- VAUGHAN, T.W., 1933, *The biogeographic relations of the orbitoid Foraminifera*. Nat. Acad. Sci. Proc., vol. 19, p. 922-938.
- _____, 1945, *American Paleocene and Eocene larger Foraminifera*. Geol. Soc. America Mem. 9, 1-175, láms. 1-46.
- _____ & COLE, W.S., 1948, *The families Orbitoididae, Discocyclinidae, and Miogypsinidae: In Cushman, J.A., Foraminifera, their classification and economic use*, Harvard University Press, Cambridge, p. 347-376.

CAMPBELL, A.S. & CLARK, B.L., 1944, *Miocene radiolarian faunas from southern California*. Geol. Soc. America, Spec. Paper 51, p. 1-76, láms. 1-7.

_____, & _____, 1944a, *Radiolaria from Upper Cretaceous of Middle California*. Geol. Soc. America, Spec. Paper 57, p. 1-61, láms. 1-8.

CLARK, B.L. & CAMPBELL, A.S., 1945, *Radiolaria from the Kreyenhagen formation near Los Baños, California*. Geol. Soc. America Mem. 10, p. 1-66, láms. 1-7.

DAVILA, A.V., 1987, *Bioestratigrafía con radiolarios, una nueva posibilidad para la estratigrafía del Cretácico de México*. Actas Fac. Ciencias Tierra, U.A.N.L., Linares, 2, p. 145-146.

HINDE, G.J., 1899, *On the Radiolaria in the Devonian rocks of the New South Wales*. Geol. Soc. London Quart. Jour., vol. 55, p. 38-64, láms. 8, 9.

PESSAGNO, E.A., W. FINCH y P.L. ABBOTT, 1979, *Upper Triassic Radiolaria from San Hipolito formation, Baja California*. Micropaleontology, vol. 25, No. 2, p. 106-197, 9 láms.

RIEDEL, W.R., 1959, *Oligocene and Lower Miocene Radiolaria in tropical Pacific sediments*. Micropaleontology, v.5, no. 3, p. 285-302.

COCOLITOFORIDOS

ARREOLA, H.F. y VIÑAS, F., 1987, *Estudio del nanoplancton calcáreo (cocolitofóridos y discoastéridos) del Mioceno Medio de la Formación Tuxpan, Cuenca Tampico-Misantla, México*. I Congr. Nal. de Paleontología, México, D.F., Rev. vol. 1, No. 1, p. 88-97.

DANGEARD, L., 1939, *Les Stéphanolithes, représentants d'un type nouveau de coccolithes du Jurassique Supérieur*. C.R. Acad. Sci. Paris, vol. 208, p. 1331-1333.

DEFLANDRE, G., 1952, "*Classe des Coccolithophoridés*". In Grasse, P. P. *Traité de Zoologie*. Paris. Masson et Cie., vol. 1, fasc. 1, p. 439-470, figs. 339-364 bis.

_____, 1952, "*Classe des Coccolithophoridés*". In Piveteau, Jean. *Traité de Paléontologie*, Paris, Masson et Cie., vol. 1, p. 107-115, figs. 31-70.

_____, 1953, *Hétérogenéité intrinsèque et pluralité des éléments dans les coccolithes actuels et fossiles*. C.R. Acad. Sci. Paris, vol. 237, no. 25, p. 1785-1787, 7 figs.

DEFLANDRE, G., 1954, *Premiers apports de la paléontologie á nos connaissances sur l'évolution des coccolithophoridés*. VIII Congr. Internat. Bot., París, Rapp. et Comm., Sect. 17, p. 119-120.

83

_____, & FERT, C., 1954, *Observations sur les coccolithophoridés actuels et fossils en microscope ordinaire et électronique*. Ann. Paléont. (París), vol. 40, p. 115-176, láms. 1-15, 127 figs.

LOHMANN, H., 1902, *Die Coccolithophoridae*. Arch. Protistenk, p. 89-165, láms 4-6.

SILICOFLAGELADOS

BRUNNER, PALMIRA, 1971, *Sobre los ebrideos y silicoflagelados de las diatomitas de la isla María Madre*. Revista Inst. Mexicano del Petróleo, v. 3, No. 3, p. 18-25, 1 lám.

DEFLANDRE, G., 1952, "*Classe des Silicoflagellidés*". In Piveteau, Jean. *Traité de Paléontologie*, París, Masson et Cie., tome 1. p. 103-106, figs. 16-30.

FRENGUELLI, J., 1941, *Silicoflagelados y Radiolarios del trípoli del Valle del Til-Til, Chile*. Notas Museo La Plata 6, Paleont. no. 28, p. 93-100.

HANNA, G.D., 1927, *Silicoflagellata from the Cretaceous of California*. Jour. Pal., vol. 1, p. 259-263.

HOVASSE, R., 1932, *Contribution a l'étude des Silicoflagellés*. Bull. Biol. France et Belge, vol. 66, p. 497-501, láms. 6-7.

TYNAN, E.J., 1957, *Silicoflagellates of the Calvert formation (Miocene) of Maryland*. Micropaleontology, vol. 3, no. 2, p. 127-136, lám. 1, figs. 1-3.

DINOFLAGELADOS

BALLECH, E., 1953, *Los dinoflagelados*. Ciencia e Investigación, vol. 9, no. 8, p. 339-346.

DEFLANDRE, G., 1943, *Sur quelques nouveaux Dinoflagellés des silex crétaqués*. Bull. Soc. Géol. France, ser. 5, vol. 13.

_____, 1952a, "*Dinoflagellés fossiles*". In Grassé, P.P., *Traité de Zoologie*. París, Masson et Cie., tome 1.

EISENACK, A., 1971, *Katalog der fossilen Dinoflagellaten, Hystrichosphären und verwandten mikrofossilien*. Stuttgart, 1130 p.

GLAESSNER, M. F., 1947, *Principles of Micropaleontology*. Willey, New York, p. 17-18.

CRISOMONADINOS

DEFLANDRE, G., 1952a, "*Chrysomonadines fossiles*". In Grassé, P.P., *Traité de Zoologie*, Paris, Masson et Cie., tomo 1:

_____, 1952b, "*Clase des Chrysomonadines*". In Piveteau, Jean. *Traité de Paléontologie*, Paris, Masson et Cie., tomo 1, p. 99-102, figs. 1-15.

FRENGUELLI, J., 1936, *Crisostomatáceas del Neuquén*. Not. Mus. La Plata (1). no. 9, p. 247-275.

HOLLANDE, A., 1942, "*Chrysomonadines*". In Grassé, P.P., *Traité de Zoologie*, Paris, Masson et Cie., tom. 1.

EBRIDEOS

BRUNNER, PALMIRA, 1971, *Sobre los ebrideos y silicoflagelados de las diatomitas de la isla María Madre*. Revista Inst. Mexicano del Petróleo, v. 3, No. 3, p. 18-25, 1 lám.

DEFLANDRE, G., 1932, *Nomenclature du squelette des Ebriacées et description des quelques formes nouvelles*. Ann. Protist., t. 4.

_____, 1951, *Recherches sur les Ebriédiens*. Paléobiologie. *Evolution. Systématique*. Bull. Biol. Fr. et Belgs. tomo 85.

_____, 1952a, "*Ebriédiens*". In Grassé, P.P., *Traité de Zoologie*, Paris, Masson et Cie., tome 1.

_____, 1952b, "*Classe des Ebriédiens*". In Piveteau, Jean, *Traité de Paléontologie*, Paris, Masson et Cie., tome 1, p. 125-128.

HOVASSE, R., 1932, *Note préliminaire sur les Ebriacées*. Bull. Soc. Zool. France, tome 57.

DISCOASTERIDOS

BRAMLETTE, M.N. Y RIEDEL, W.R., 1954, *Stratigraphic value of discoasters and some other microfossils related to recent coccolithophores*. Jour. Paleont., vol. 28, p. 385-403, láms. 39-49, figs. 1-3.

DEFLANDRE, G., 1934, *Les Discoastéridés, microfossiles calcaires incertae sedis*. Bull. Soc. France, Micr., vol. 3.

STRADNER, H. y PAPP, A., 1961, *Tertiäre Discoasteriden aus Österreich und deren stratigraphische Bedeutung. Mit. hinweisen auf Mexiko Rumänien und Italien*. Jahrb. Geol. Bund. Sonderband 7, 160 p. 42 láms.

85

TAN SIN HOK, 1931, *Discoasteridae, Coccolithinae and Radiolaria*. Leidsche Geol. Meded., vol. 5, p. 92-114.

VIÑAS, F.G., 1987, *Estudio del nanoplancton calcáreo del Oligoceno Superior en las formaciones Coatzintla y Escolín*. I Congr. Nal. de Paleontología, México, D.F., Rev. vol. 1, p. 418-428.

TINTINIDOS

ANDRUSOV, D. y KOUTER, J., 1927, *Contribution á la connaissance des Calpionella alpina dans les Carpathes occidentales*. Checoeslovaquia, Státn. Geol. Ust., Vest. vol. 3, p. 103-108.

BRONNIMANN, P., 1954, *Occurrence of calpionellids in Cuba*. Eclogae Geol. Helvet., vol. 46 (1953). No. 2, p. 263-268.

CADISCH, J., 1932, *Ein Beitrag zum Calpionella-Problems*. Geol. Rundschau, vol. 23, p. 241-257.

CAMPBELL, A.S., 1954, In Moore, R.C. (ed), *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Lawrence, Kansas, Univ. Kansas Press, (D) Protista 3, Tintinnida, p. D 166 - D 180, figs. 88-92.

COLOM, G., 1934, *Estudios sobre las Calpionellas*. Bol. R. Soc. España. Hist. Nat., vol. 34, p. 379-388, láms 30-32.

_____, 1948, *Fossil tintinnids: Loricated Infusoria of the Order of the Oligotricha*. Jour. Paleont., vol. 22, p. 233-263, láms. 33-35, 14 text.-figs.

_____, CASTANY, G. y DURAND DELGA, M, 1954, *Microfaunes pélagiques (Calpionelles, Fissurines) dans le NE. de la Berberie*. Soc. Géol. France, Bull., ser. 6, vol. 3 (1953), fasc. 4-6, p. 517-534.

DADAY, E., 1897, *Monographie d. Familie d. Tintinnideen*. Mitt. Zool. Neapel., vol. 7.

DEFLANDRE, G., 1936, *Tintinnoidiens et Calpionelles. Comparaison entre les Tintinnoidiens, Infusoires loriqués pélagiques des mers actuelles et les Calpionelles, microfossiles de l'époque secondaire*. Bull. Soc. Franc. Micr., vol. 5, no. 3, p. 112-122, 42 figs.

MOORE, R.C., 1954, In Moore, R.C. (ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Lawrence, Kansas, Univ. Press, Sporozoa and Ciliophora, p. D 164- D 166, figs. 87-88.

MURGEANU, G., 1937, *Sur la présence des Calpionellas dans les dépôts ju-*

rassiques et crétaciques de Roumanie. C.R. Inst. Géol. Roumanie, vol. 21, p. 50-54, 1 lám.

VASSIEVITCH, N., 1936, *Les roches á Calpionelles du Caucase et de la Crimée. C.R., Somm. Soc. Géol. France. No. 10, p. 168-169.*

CAPITULO 4 PHYLUM PORIFERA

Las esponjas son acuáticas, la mayoría marinas y algunas de agua dulce. Viven en la zona nerítica y son sésiles, bentónicas. Como grupo no son importantes en la estratigrafía, pero sí tienen importancia en la paleogeografía, pues forman pequeños arrecifes o son parte del complejo arrecifal, que denota cercanía a la costa.

Se caracterizan por presentar una forma variable, cilíndrica, cónica, ramosa, laminar o adoptan la forma de los objetos u organismos sobre los que viven y, en otros casos, son amorfas.

Se consideran como parazoa, aquellos en los que no están constituidos los tejidos, ya que las células no están unidas entre sí para formarlos y desempeñar una función determinada. El cuerpo tiene dos capas, una externa o ectodermo y una interna o endodermo (figura 4.1).

Entre las dos hay una sustancia llamada mesoglea, en la que están células errantes o escleroblastos que son las que secretan estructuras esqueléticas de sostén o espículas, cuya arquitectura es variable y se encuentran muchos tipos diferentes.

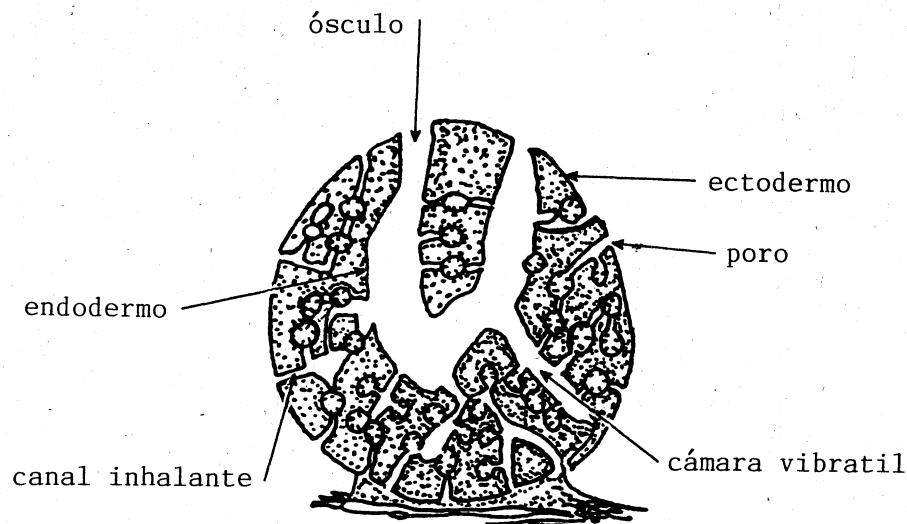
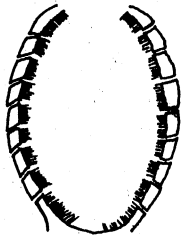


Figura 4.1 MORFOLOGIA DE UNA ESPONJA

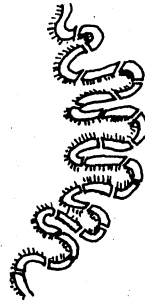
Las esponjas presentan además, canales acuíferos que varían tanto en las fósiles como en las recientes.

La forma más sencilla es la cilíndrica con un extremo fijo al sustrato y el opuesto con un orificio u ósculo. La pared es delgada y tiene poros inhalantes por donde penetra el agua del ambiente en donde viven; las paredes están tapizadas por coanocitos (células con collar y flagelo) que mueven el agua y capturan partículas de alimento. En la parte central hay una cavidad (atrial), a este tipo sencillo de comunicación directa a través de poros, entre el ambiente y la esponja, se le llama ascón.

En el siguiente estadio, aumenta la superficie de coanocitos porque la pared se pliega y se forman verdaderos canales; a este tipo se le conoce como sycón. Los tipos más complicados son el leucón y el ragón, y se dan en las formas grandes que tienen numerosos poros y canales que desembocan en cámaras vibrátiles, donde hay una gran cantidad de coanocitos. En el tipo leucón todavía queda una pequeña cavidad atrial; en el tipo ragón, los canales tienen ramificaciones y hay muchas cámaras vibrátiles que obliteran la cavidad atrial, por lo que ésta desaparece (figura 4.2).



Ascón



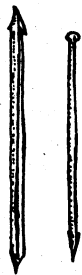
Sycón



Leucón

Figura 4.2 SISTEMA ACUIFERO DE LAS ESPONJAS

Las esponjas presentan endoesqueleto formado por espículas que se encuentran principalmente en la mesoglea, aunque también puede haber alrededor del ósculo y en otros sitios. Las espículas son de distinta composición química; entre ellas las hay córneas, silicosas y calcáreas. Las primeras formadas por esponjina, son difíciles de fosilizar. El tamaño de las espículas es variable, pues hay microscópicas o microscleras (de hasta 0.5 mm) y megascleras que miden más de 0.5 mm (figura 4.3).



Monoaxonas



Triaxona



Tetraxona



Póliaxona

Figura 4.3 DIVERSOS TIPOS DE ESPICULAS

Las espículas presentan diversas formas: las monoaxonas tienen un solo eje y se encuentran en las esponjas calcáreas y en las silicosas; las triaxonas están formadas por tres ejes y sólo se hallan en las esponjas silicosas. Las triaxonas hexactinas (seis radios), se encuentran en las esponjas silicosas y calcáreas formando casi siempre redes. Las espículas tetraxonas son las de cuatro ejes y se hallan en las esponjas calcáreas y silicosas. Las espículas que presentan muchos ejes se llaman poliaxonas y pertenecen particularmente a las esponjas silicosas.

Existe un tipo diferente de espículas en forma de placa circular irregular llamada desma y se forma por depositación de sílice alrededor de una espícula monoaxona, triaxona o tetraxona.

CLASIFICACION

Clase DEMOSPONGEA. Cámbrico-Reciente

- Orden KERATOSIDA. Carbonífero-Reciente
- Orden HAPLOSCLERIDA. Cámbrico-Reciente
- Orden POECILOSCLERIDA. Cámbrico-Reciente
- Orden HADROMERIDA. Cámbrico-Reciente
- Orden EPIPOLASIDA. Cámbrico-Reciente
- Orden CHORISTIDA. Carbonífero-Reciente
- Orden CARNOSIDA. Carbonífero-Reciente
- Orden LITHISTIDA. Cámbrico-Reciente

Clase HYALOSPONGEA. Cámbrico Inferior-Reciente

- Orden LYSSAKIDA. Cámbrico Inferior-Reciente
- Orden DICTYIDA. Ordovícico Medio-Reciente
- Orden LYCHNISKIDA. ?Triásico, Jurásico-Reciente
- Orden HETERACTINIDA. Cámbrico Inferior-Carbonífero

Clase CALCISPONGEA. Cámbrico-Reciente

- Orden SOLENIDA. Cámbrico-Reciente
- Orden LEBETIDA. Jurásico Inferior-Reciente
- Orden PHARETRONIDA. Pérmico-Reciente
- Orden THALAMIDA. Carbonífero Superior-Cretácico

Clase SCLEROSPONGEA. Cámbrico-Cretácico

Comprende esponjas casi sin esqueleto; son las más primitivas, la mayoría está formada por esponjina y algunas espículas silicosas. Presentan todos los tipos de canales desde el ascón, pero en la mayoría hay leucón y ragón. Incluyen esponjas marinas y de agua dulce.

A continuación se citan algunos órdenes:

Orden KERATOSIDA. Carbonífero-Reciente

Son esponjas de esqueleto córneo. No hay fósiles. Por ejemplo *Spongia officinalis* (esponja de baño).

Orden HAPLOSCLERIDA. Cámbrico-Reciente

Presentan espículas monoaxonas, silicosas, que generalmente se encuentran sostenidas por travéculas córneas no fusionadas, por lo tanto, se desconoce la forma de los fósiles. Existen aisladas desde el Cámbrico y en la actualidad son abundantes. Son marinas y de agua dulce. Repercuten económicamente de forma negativa porque son perjudiciales ya que horadan a las conchas del ostión. Ejemplo *Cliona*.

Orden LITHISTIDA. Cámbrico-Reciente

Tienen espículas muy modificadas (desmas) que están fusionadas formando un esqueleto que permitió la fosilización. Ejemplo: *Astylospongia* del Silúrico. En el Jurásico y Cretácico son abundantes.

Clase HYALOSPONGEA o HEXACTINELLIDA Cámbrico Inf.-Reciente

Presentan espículas triaxonas hexactinas fusionadas, formando un esqueleto macizo. Son marinas y en el Paleozoico vivieron en lugares cercanos a la costa; actualmente se encuentran a mayor profundidad. Entre los géneros índices estratigráficos se cuentan *Hydnoceras* característico del Devónico y *Ventriculites* del Carbonífero.

Orden HETERACTINIDA. Cámbrico Inferior-Carbonífero

Se caracterizan por presentar espículas poliaxonas fusionadas, con más de seis ejes; son menos abundantes que el grupo anterior. Un ejemplo es *Astraeospongium* del Silúrico-Devónico.

Clase CALCISPONGEA. Cámbrico-Reciente

En todas el sistema acuífero es del tipo sycon, con espículas triaxonas, llamadas particularmente faretrones, aun cuando también tienen espículas monoaxonas y tetraxonas, sostenidas por travéculas calcáreas de modo que forman esqueletos macizos; por ejemplo, *Girtycoelia* del Misisípico, *Discoelia* y *Pharetrospongia* del Cretácico.

Clase SCLEROSPONGEA. Cámbrico-Cretácico

Es un grupo extinto, muy importante en paleontología. Son depósitos marinos calcáreos que se conocen desde el Cámbrico. Se consideran índices del Silúrico y Devónico y hay una sola familia característica en el Pérmico. Estos depósitos presentan formas variables generalmente laminares como capas delgadas cubriendo algún objeto (conchas) o se encuentran incrustados en otros organismos fósiles. A veces forman colonias hemisféricas con láminas concéntricas. En colonias laminares, las láminas son paralelas; algunas colonias llegan a alcanzar hasta dos metros de extensión y otras hasta un metro de alto. Para estudiarlas se hacen láminas delgadas que se ven al microscopio. Se observa que las colonias están formadas por capas calcáreas delgadas, atravesadas por medio de pilares perpendiculares.

En muchas formas la superficie externa no es lisa sino tiene montículos y una red de canales llamados astrorrizas, que divergen del centro del montículo, se bifurcan, ramifican y anastomosan con los canales del montículo contiguo; en el centro hay un tubo perpendicular a la superficie.

Las esponjas son organismos acuáticos; entre ellas existen de agua dulce pobladoras de lagos como las demospongeas-monoaxonas, de los géneros *Ephydatia*, *Spongilla* y *Heteromeyenia* de los lagos de Xochimilco y de Pátzcuaro y de las lagunas de Zempoala.

La gran mayoría son habitantes de las regiones marinas, generalmente de lugares someros o formando parte del complejo arrecifal, pero hay excepciones de esponjas habitantes de aguas profundas como las hyalospongeas (esponjas de vidrio) de las Filipinas. La forma que adoptan está relacionada con los aspectos físicos del mar: si hay corrientes, son flabeliformes y laminares; si el agua es tranquila, el crecimiento es hacia arriba y adquieren formas ramosas con ósculos grandes. En general, se desarrollan mejor en lugares donde no hay o existe poco depósito de material silíceo que taparía los poros. Existe el parasitismo, el comensalismo y la simbiosis con otros organismos.

HISTORIA GEOLOGICA

Existen numerosas menciones de la presencia de espículas en los estudios micropaleontológicos de diversas regiones de México. Sin embargo, han sido poco estudiadas, entre ellas se reportan espículas hexactinas de esponjas del Pérmico de Sonora (figura 4.4) y espículas reniformes pertenecientes a *Rhaxella sorbyana* (Blake) del Jurásico-Cretácico de Durango, San Luis Potosí y Veracruz (figura 4.5). Ejemplares completos son escasos y se reportan principalmente de las rocas cretácicas de San Juan Raya, Puebla; uno de ellos posiblemente del género *Pharetrospongia* (figura 4.8).

Las especies de esponjas *Ascosymplegma expansum* Seilacher y *Polytholosia cylindrica* Seilacher, procedentes de la región

oriental de la sierra del Álamo, en el estado de Sonora, en capas del Triásico, se caracterizan por presentar series de cámaras subglobulares, atravesadas por un tubo axial con función inhalante o cloacal (figura 4.6). Estas especies han sido mencionadas anteriormente para el Triásico de los Alpes italianos y de las montañas Pilot en Nevada, Estados Unidos.

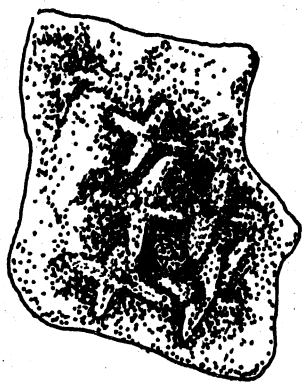


Figura 4.4

Sección delgada de lutita que muestra una espícula de *Rhaxella sorbyana* del Jurásico-Cretácico de Durango, San Luis Potosí y Veracruz.

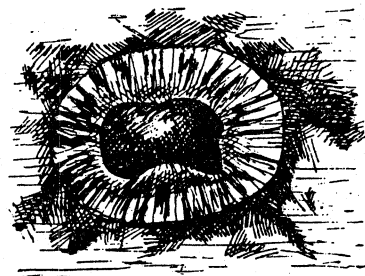


Figura 4.5

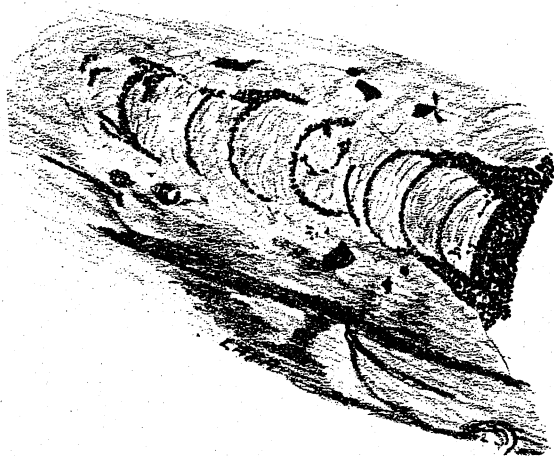


Figura 4.6

Esponja (*Ascosymplegma expansum*) del Triásico de la sierra del Álamo, Sonora.

La posición sistemática de los quetétidos ha sido muy discutida, finalmente se incluyen en los porífera. Del Jurásico Superior de Charcas, San Luis Potosí, se describe *Ptychochaetetes potosiensis* (figura 4.9).

Discodermia sp. del Cretácico de Ahuexotitlán, Guerrero.

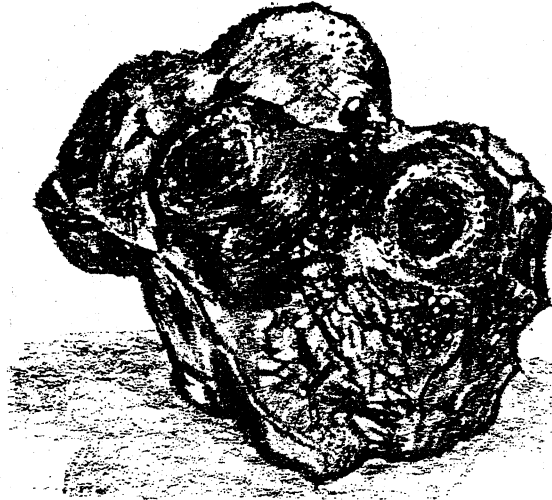


Figura 4.7



Pharetrosporgia sp. del Cretácico de Puebla.

Figura 4.8

Ptychochaetetes potosiensis del Jurásico Superior de San Luis Potosí.

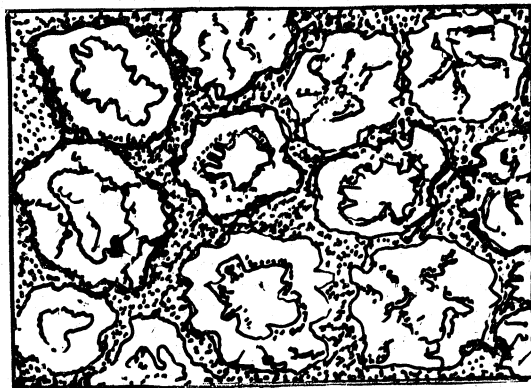


Figura 4.9

AMEBOCITO. Célula que se desplaza por medio de pseudópodos.

APOCHETE. Canal exhalante.

APOPORO. Abertura formada en el apochete.

APOPYLE. Abertura exhalante de las cámaras vibrátiles.

ASCON. Estructura simple de la pared de la esponja, con una sola cámara y con cavidad central (atrial).

ASTER. Radios que divergen de un centro.

BIROTULE. Esclerito formado por un eje con dos umbrelas en los extremos.

CALCAREO. Formado por calcio, generalmente CaCO_3 .

CALTHROPS. Espícula megasclera tetraxona, con radios iguales.

CENTRUM. Parte media de una espícula, de la cual parten radios irregulares.

CAMARA. Cavidad tapizada por células flageladas.

CHIASTER. Aster de radios gruesos.

CHOANOCYTE. Célula flagelada provista de collar (coanocito).

CLADA. Megasclera formada por un eje en cuyo extremo hay tres radios.

CLAVULA. Espícula monactina con una umbrela dentada terminal.

CLEME. Espícula dentada.

CLOACA. Cavidad grande exhalante relacionada a los apoporos.

CORTEX. Cubierta externa relativamente gruesa (corteza).

DERMIS. Cubierta externa.

DESMA. Espícula de superficie irregular, a manera de placa.

DIACT. Espícula monoaxona de dos radios, en dirección opuesta.

DIAXON. Espícula con dos ejes.

DICHOTOMOS. En forma de "Y".

DISCOHEXASTER. Espícula microsclera con radios que terminan en umbrelas.

ECTOSOMA. Región externa de la corteza o de la dermis.

ENDOSOMA. Parte interna del cuerpo de la esponja.

EUASTER. Aster que carece de centro.

FLAGELLUM. Proyección celular usada para remover.

ESPICULA. Unidad esquelética de las esponjas.

ESPONJINA. Sustancia orgánica, flexible, pero con cierta dureza.

FUSIFORME. En forma de huso.

HASTATE. Espícula cilíndrica, monoaxona, aguda en los extremos.

HEXACTINA. Espícula de seis radios.

KERATOSA. Que está formada por esponjina.

MARGINALIA. Espículas situadas alrededor del ósculo.

MEGACLADA. Desma lisa relativamente grande.

MEGASCLERA. Espícula que mide más de 0.5 mm.

MESOGLEA. Capa central de las esponjas de consistencia gelatinosa.

MICROSCLERA. Espícula que mide menos de 0.5 mm.

MONOACTINA. Espícula monoaxona.

OSCULO. Abertura grande de las esponjas.

PROSOCHETE. Canal inhalante en las cámaras.

PROSOPORO. Abertura interna del prosochete.

PROSOPHYLE. Abertura inhalante de las cámaras flageladas.

RAGON. Estructura compleja de las esponjas que tienen muchas cámaras.

SCLERO. Se refiere al esqueleto de las esponjas.

SIGMA. Espículas microscleras en forma de "C" o "S".

SILICOSO. Que contiene sílice (SiO_2) o silicatos.

SYCON. Estructura de la esponja que comprende una sola capa de cámaras.

TETRAXONA. Espícula de cuatro ejes.

TRIACTINA. Que tiene tres radios.

TRIAXONA. Espícula con tres ejes.

- BITTRON B.E. y GONZALEZ-LEON, C., 1980, *Las esponjas triásicas de la sierra del Alamo, Sonora*. V Congreso Nacional de Zoología. Mazatlán, Sinaloa, Libro de Resúmenes, p. 28.
- BITTRON, B.E. y BARRIOS SANTIAGO, 1989, *Esponja del Cretácico de Ahuexotitlán, Gro.* Univ. Autón. de Guerrero (Informe Inédito).
- CASTER, K.E., 1939, *Siliceous Sponges from Mississippian and Devonian strata of the Penn.-York embayment*. Jour. Pal. v.13, no. 1 p. 1-20.
- CLARKE, J.M., 1920, *The great glass-sponge colonies of the Devonian; their origin, rise, and disappearance*. Jour. Geol., v. 28, no. I, p. 25-37.
- DENDY, A., 1894, *Studies on the comparative anatomy of sponges. V. Observations on the structure and classification of the Calcareous Heterocoela*. Quarts. Jour. Micro. Sci., n. ser., v. 35, p. 159-257.
- GOLDFUSS, A., 1826, *Petrefacten*. Düsseldorf, Arnz and Co., lám. I, p. 1-76.
- GÜMBEL, C.W., 1876, *Beiträge zur Kenntniss der Organization und systematischen Stellung von Receptaculites*. Abh. König. bayerischen Akad. Wiss., v. 12, lám I, p. 169-215.
- HAECKEL, E., 1872, *Die Kalkschwämme*. Berlin, Georg Reimer, 3 vols.
- HINDE, G.J., 1884, *On the structure and affinities of the Family of Receptaculitidae*. Geol. Soc. London Quart. Jour., v. 40, p. 795-849.
- _____, 1887-1893, *A monograph of the British fossil sponges*. Paleontographical Soc. (London).
- IJIMA, I., 1901, *Studies on the Hexactinellida, Contribution (Euplectellidae)*. Jour. Coll. Sci., Imp. Univ. Tokio, v. 15, p. 1-299.
- LAUBENFELS, M.W., 1955, *Porifera in Treatise on Invertebrate Paleontology*. Geol. Soc. America y Univ. Kansas, (Moore, R.C., Editor), p. E21-E122.
- MARSHALL, W., 1875, *Untersuchungen über Hexactinelliden*. Zeitschrift Wiss. Zool., v. 25, supp., p. 142-243.
- REYEROS DE CASTILLO, M., 1978, *Invertebrados (Porifera y Coelenterata) del Jurásico Tardío del estado de San Luis Potosí*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. de Geología, Revista, v. 2, n. 1, p. 69-74, 3 fig.
- RIGBY, J.K. y SCOTT, R.W., 1981, *Sponges from the Lower Cretaceous Mural Limestone in Arizona and Northern Mexico*. Jour. Paleont., v. 55, n. 3, p. 522-562.
- SCHULZE, F.E., 1887, *Report on the Hexactinellida, etc., in Report on the Scientific results of the exploring voyage of H.M.S. "Challenger"*. Zoology, v. 21.
- SCOTT, H.W., 1937, *Siliceous sponge spicules from the Lower Pennsylvania of Montana*. Amer. Midland Naturalist, v. 29, p. 732-760.

- STEINMANN, G., 1882, *Pharetronen-Studiens*. Neus Jahrb. Mineral Geologie U. Paläontologie Abh. (Stuttgart, 1882), v. 2, p. 139-191.
- TREJO, M., 1967, *La esponja fósil Rhasella sorbyana (Blake) y su significación estratigráfica*. Bol. de la Asoc. Mexicana de Geólogos Petroleros, vol. 19, Núms. 1-6; p. 33-38, 7 láms.
- TOPSENT, E., 1887, *Contribution a l'étude des Clionides*. Arch. Zool. Exp. Gen., v. 5, supp., Mem. 4.
- WALCOTT, C.D., 1920, *Middle Cambrian Spongiae*. Smithsonian Misc. Coll., v. 67, no. 6, p. 261-364.
- WELLER, J.M., 1930, *Siliceous sponge spicules of Pensilvanian age from Illinois and Indiana*. Jour. Paleont., v. 4, no. 3, p. 233-251.
- WINCHELL, N.H., and SCHUCHERT, C., 1895, *Sponges, graptolites and corals from the Lower Silurian in Minnessota*. Geol. Survey, v. 3, lám. I, p.55-59.
- ZITTEL, K.A., 1876, *Ueber Coeloptychium. Ein Beitrag zur Kenntniss der Organization fossiler Spongien*. Abh. König. bayerischen Akad. Wiss., Math. Phys. Cl., v. 12, lám. 3, p. 1-80.
- _____, 1878, *Studien uber fossile Spongien*, Abh. König bayerischen Akad. Wiss., Math. Phys. Cl., v. 13, lám. 1, p. 65, 154.

CAPITULO 5 PHYLUM ARCHAEOCYATHA

Antiguamente se les llamaba pleospongea y se incluían en el phylum Porifera, sin embargo tienen características particulares que permitieron la creación de un phylum aparte. Se separó este grupo de las esponjas porque éstas no tienen septos radiales y tampoco cabría la posibilidad de confundirlo con los corales, ambos formadores de arrecifes, pues presentan poros.

Estos organismos son marinos, solitarios, raramente coloniales que formaron arrecifes pequeños. Presentan un cuerpo calcáreo de forma cónica, con dos paredes, una externa y otra interna y una cavidad atrial central; las paredes están unidas entre sí por tabiques radiales y éstos, unidos a su vez por barras transversales llamadas tábulas (figura 5.1).

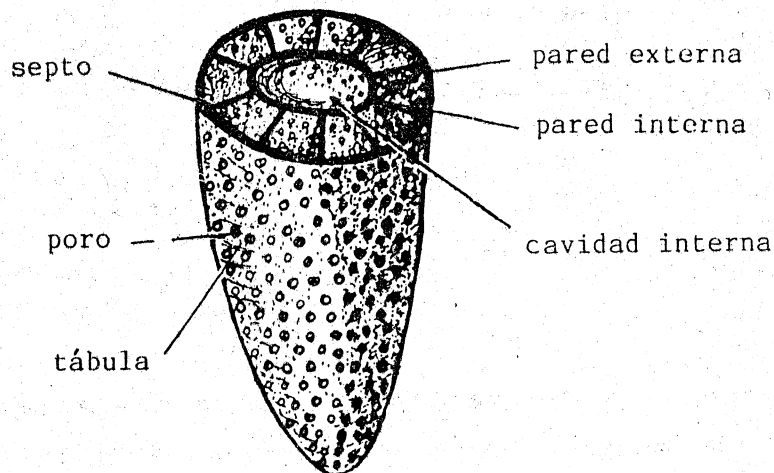


Figura 5.1 MORFOLOGIA DE UN ARQUEOCIATIDO

Debido a su alcance estratigráfico corto son útiles en la estratigrafía del Cámbrico Inferior y Medio. Asimismo, como habitantes de mares someros formadores de pequeños arrecifes, son utilizados en estudios paleogeográficos.

CLASIFICACION

Clase REGULARES. Cámbrico Inferior-Cámbrico Medio

Orden MONOCYATHIDA. Cámbrico Inferior

Orden PUTAPACYATHIDA. Cámbrico Inferior

Orden AJACICYATHIDA. Cámbrico Inferior-Cámbrico Medio

Clase IRREGULARES. Cámbrico Inferior-Cámbrico Medio

Orden THALASSOCYATHIDA. Cámbrico Inferior

Orden ARCHAEOCYATHIDA. Cámbrico Inferior-Cámbrico Medio

Orden SYRINGOCNEMIDIDA. Cámbrico Inferior

Clase INCIERTA. Cámbrico Inferior-Cámbrico Medio

Orden KAZAKHSTANICYATHIDA. Cámbrico Inferior-Cámbrico Medio

Orden INCIERTO. Cámbrico Inferior

Clase REGULARES. Cámbrico Inferior-Cámbrico Medio

La clase Regulares se caracteriza porque sus representantes son de forma cónica o cilíndrica, comúnmente con dos paredes; el intervalo tiene tábulas planas o convexas y septos. En los septos hay hileras longitudinales de poros. Pueden presentar o no diseptos.

Los representantes de la clase Irregulares son cónicos, cilíndricos o discoidales, con el contorno irregular. Las copas tienen una o dos paredes porosas; el intervalo con septos porosos, comúnmente con tábulas y siempre con diseptamentos.

Clase INCIERTA. Cámbrico Inferior-Cámbrico Medio

El grupo se caracteriza por sus formas solitarias con copas de una sola pared. En la cavidad interna se encuentran únicamente tábulas porosas y algunos elementos esqueléticos pequeños, cilíndricos o prismáticos.

PALEOECOLOGIA

Los arqueociátidos son organismos solitarios o coloniales, marinos, de aguas someras tropicales y de hábitos bentónicos, principalmente fijos al sustrato por un sostén; algunas formas discoidales pudieron haber vivido sobre los sustratos. Los individuos de las colonias están relacionados entre sí por conexiones de las bases de las copas.

Se consideran constructores de arrecifes, pero con menor importancia que las algas. Biohermas y bioestromas de arqueociátidos y algas existen en Siberia. Los arqueociátidos fueron comunes en facies interarrecifales y se encuentran también en depósitos de calizas no biohermales. La asociación con gasterópodos, braquiópodos, trilobitas y hiolítidos es común, sin embargo, donde las esponjas son comunes los arqueociátidos son escasos. Se considera que vivieron entre los 50 y 100 m de profundidad y fueron muy raros abajo de los 100 m.

Los arqueociátidos son escasos en el mundo, se encuentran en yacimientos fosilíferos de la región sur de Siberia, de Australia, de la Antártida, del norte de África, del oeste de Europa, de Canadá y de México.

En los montes Proveedora en la región de Caborca, Sonora, se describieron abundantes especies de arqueociátidos, entre ellas, *Ajacicyathus nevadensis*, *A. rimouski*, *Coscino-cyathus* spp, *Archaeocyathus yavorskii*, *Protopharetra* spp., *Cambrocyathus* cf. *C. occidentalis*, *Syringocnema?* spp., *Ethmophyllum cooperi*, *E. whitneyi* (figura 5.2) y *E. americanum* (figura 5.3).

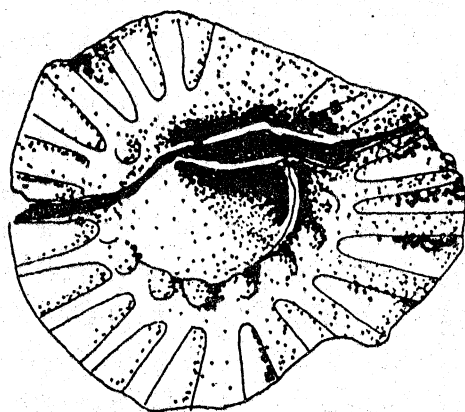


Figura 5.2

Ethmophyllum whitneyi del
Cámbrico Inferior de Ca-
borca, Sonora.

Ethmophyllum americanum del
Cámbrico Inferior de Cabor-
ca, Sonora.

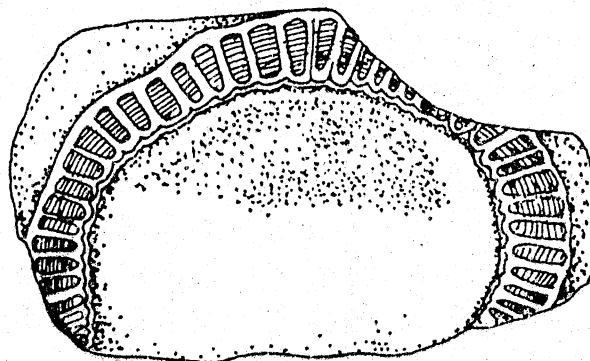


Figura 5.3

GLOSARIO DE TERMINOS MORFOLOGICOS BASICOS DE LOS ARQUEOCIATOS

CAVIDAD CENTRAL. Espacio axial limitado por la pared interna.

COPA. Esqueleto del arqueociático formado por una o dos paredes.

DISEPIMENTI. Placas imperforadas curvas.

INTERSEPTO. Porción de la pared entre dos septos.

INTERVALO. Espacio entre las paredes interna y externa.

LOCULO. Espacio entre dos septos próximos.

PARED EXTERNA. Muralla calcárea externa perforada o retiforme.

PARED INTERNA. Muralla calcárea interna, que limita a la cavidad central.

PORO. Perforaciones de la pared, septos o tábulas, que pueden tener varias formas, redondas, ovales, hexagonales, poligonales o irregulares.

SEPTO. Placa longitudinal radial, que conecta las dos paredes de la copa, comúnmente plana.

TABULA. Elemento esquelético transversal, poroso, que conecta los septos de las paredes.

- OKULITCH, V.J., 1952, *Pleospongia*; In *Cambrian Stratigraphy and Paleontology near Caborca Northwestern Sonora, Mexico*. Smithsonian Misc. Col. vol. 119, Núm. 1, p. 27-58.
- _____, 1955a, *Archaeocyatha*: In *Treatise on invertebrate paleontology*. R.C. Moore (ed.), Geol. Soc. America y Univ. Kansas. Part. E, p. E1-E20, text-fig. 1-13.
- _____, 1955b, *Archaeocyatha from the M'Dame area of northern British Columbia*. Royal Soc. Canada, Trans., ser. 3, sec. 4, v. 49, p. 47-64, lám. 1-3.
- _____ y ROOTS, E.F., 1847, *Lower cambrian fossils from the Aiken Lake area, British Columbia*. Royal Soc. Canada, Trans., ser. 3, v. 41, p. 37-46, lám. 1.
- RAYMOND, P.E., 1931, *The systematic position of the Archaeocyathinae*. Harvard Univ., Museum Comp. Zoology, Bull., v. 55, p. 172-177.
- RINCON, A. P., 1971, *Pachecocyathus, nuevo género de Archaeocyathidos del Cámbrico español*. Estud. Geol., v. 27, p. 81-83.
- SEILACHER, ADOLF, 1962, *Die Sphinctozoa, eine Gruppe fossiler Kalkschwämme*. Akad. Wiss. Lit. (Mainz), Abhandl., math.-naturwiss, Kl., p. 720-790, lám. 1-9.
- TAYLOR, T.G., 1908, *Preliminary note on Archaeocyathinae from the Cambrian "corals reefs" of South Australia*. Australasian Assoc. Advance. Sci., Rept., v. 11, p. 423-437, 2 láms., 8 text-fig.
- _____, 1910, *Archaeocyathinae from the Cambrian of South Australia with an account of the morphology and affinities of the whole class*. Royal Soc. S. Australia, Mem., v. 2, lám. 2, p. 58-188, lám. 1-6, 51 text-fig.
- WALCOTT, C.D., 1886, *Second contribution to the studies on the Cambrian faunas of North America*. U.S. Geol. Survey, Bull., no. 30, 369 p., 33 lám.
- WALTER, M.R., 1967, *Archaeocyatha and biostratigraphy of the Lower Cambrian Hawker Group, South Australia*. Geol. Soc. Australia, Jour., v. 14, p. 139-152, lám. 7-8.
- WEBERS, G.F., 1966, *Upper Cambrian archaeocyathid from Antarctica*. Geol. Soc. America, Spec. Paper, v. 87, p. 183 (abstr. 1965).
- ZHURAVLEVA, I.T., 1970, *Marine faunas and Lower Cambrian stratigraphy*. Am. Jour., Sci., v. 269, p. 417-445.
- ZIEGLER, BERNHARD y RIETSCHER, SIEGFRIED, 1970, *Phylogenetic relationships of fossil calcisponges*. In W.G. Fry (ed.), *The biology of the Porifera*. Symposium Zool. Soc. London, no. 25, p. 23-40 (London).

CAPITULO 6 PHYLUM COELENTERATA

Los celenterados son organismos acuáticos, la gran mayoría marinos; como ejemplos característicos están las hidras, medusas, anémonas, actinias de cuerpo blando y los corales que secretan un esqueleto calcáreo.

Los celenterados constituyen el primer grupo de metazoarios que tienen tejidos diferenciados, aunque hay opiniones contrarias al respecto. Son invertebrados muy sencillos de simetría radial, y algunos de simetría bilateral; el cuerpo está constituido por una pared externa o ectodermo y una pared interna o endodermo que, en las formas más complicadas como los corales y medusas, están separadas por una sustancia gelatinosa llamada mesoglea. En la parte central existe una cavidad ciega gastrovascular o celenterón, que presenta la boca rodeada de tentáculos provistos de células urticantes (nidoblastos) que son casi exclusivas de este grupo. No tienen aparato circulatorio y el sistema nervioso está constituido por algunas células que reaccionan a los estímulos del ambiente.

Presentan dimorfismo, producto de la alternancia de reproducciones: la sexual da origen a los pólipos y la asexual a las medusas.

El pólipo tiene forma cilíndrica, con la boca en el extremo superior, rodeada de tentáculos, por la parte opuesta a la boca se fijan al fondo del mar. Muchos de ellos constituyen colonias y a su vez forman arrecifes.

La medusa tiene aspecto de sombrilla con la mesoglea muy desarrollada y la boca en la extremidad de un tubo o manubrio; el borde de la sombrilla tiene tentáculos y un músculo o velo que sirve para su desplazamiento. Las medusas son de vida libre nectónica o planctónica.

Existen fósiles de celenterados porque muchos secretan carbonato de calcio o tienen cubiertas córneas o ejes provistos de espículas calcáreas. No obstante que las medusas poseen una gran cantidad de agua (95% o más), existen impresiones del cuerpo desde el Precámbrico.

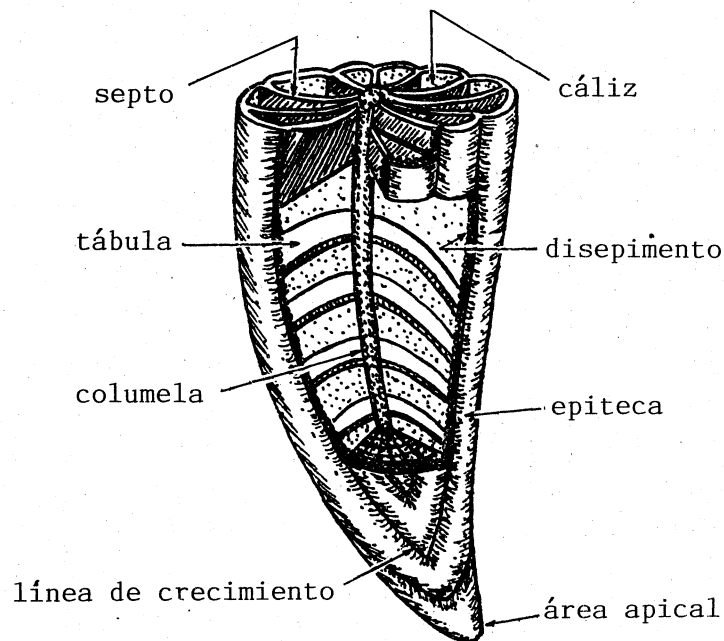


Figura 6.1 MORFOLOGIA DE UN CORAL

Subphylum CNIDARIA. Precámbrico-Reciente

Clase PROTOMEDUSAE. Precámbrico-Ordovícico, ?Silúrico, ?Pensilvánico

Clase DIPLEUROZOA. Cámbrico Inferior

Clase HIDROZOA. Cámbrico-Reciente

Orden TRACHYLINIDA. ?Cámbrico Inferior, ?Jurásico Medio, Jurásico Superior-Reciente

Orden HYDROIDA. Cámbrico-Reciente

Orden MILLEPORINA. Cretácico Superior-Reciente

Orden STYLASTERINA. Cretácico Superior-Reciente

Orden SIPHONOPHORIDA. Ordovícico-Reciente

Clase SCYPHOZOA. Cámbrico-Reciente

Subclase SCYPHOMEDUSAE. ?Cámbrico Inferior, Jurásico Superior-Reciente

Subclase CONULATA. Cámbrico-Triásico

Clase ANTHOZOA. Ordovícico Medio-Reciente

Subclase OCTOCORALLIA (= ALCYONARIA) ?Silúrico, Pérmico-Reciente

Orden ALCYONACEA. Jurásico Inferior-Reciente

Orden GORGONACEA. Cretácico-Reciente

Orden PENNATULACEA. ?Silúrico, Reciente

Orden STOLONIFERA. Cretácico-Reciente

Orden TRACHYPSAMMIACEA. Pérmico

Orden COENOTHECALIA. Cretácico-Reciente

Subclase CERIANTIPATHARIA. Mioceno-Reciente

Subclase ZOANTHARIA. Ordovícico-Reciente

Orden HETEROCORALLIA. Carbonífero

Orden ZOANTHINARIA. Reciente

Orden RUGOSA (= TETRACORALLIA). Ordovícico-Pérmico

Orden TABULATA. Ordovícico Medio-Pérmico, ?Triásico-?Eoceno

Orden SCLERACTINIA (= MADREPORARIA). Triásico Medio-Reciente

Orden ACTINIARIA. Reciente

Orden CORALLIMORPHARIA. Reciente

Subphylum CTENOPHORA. Reciente

Clase PROTOMEDUSAE. Precámbrico-Ordovícico, ?Silúrico, ?Pensilvánico

Este grupo comprende medusas que vivieron del Precámbrico al Pensilvánico. Se caracterizan porque presentan el cuerpo redondo, pentagonal, con lobulaciones irregulares que parten del centro. No tienen tentáculos. Se han descrito varios ejemplares de diversas regiones del mundo, entre ellas Suiza, Francia y Estados Unidos. De este último país es representativa *Brooksella cambria* del Cámbrico Medio de Alabama.

Clase DIPLEUROZOA. Cámbrico Inferior

Este grupo comprende medusas de cuerpo discoidal con simetría bilateral, marcado por un surco medio con segmentos laterales. El contorno es ondulado y está provisto de numerosos tentáculos. Esta clase es exclusiva del Cámbrico Inferior de Australia y una especie representativa es *Dickinsonia spriggi*.

Clase HYDROZOA. Cámbrico-Reciente

Los hidrozoarios presentan generación alternante y como resultado de ella hay pólipos y medusas. Los pólipos son solitarios o coloniales y en estos últimos existe el polimorfismo, que se aprecia en los fósiles, porque existen diferentes diámetros en los coralitos. El exoesqueleto es quitinoso o calcáreo. Las medusas son pequeñas, aproximadamente de 5 cm de diámetro, provistas de velo, con simetría radial tetrámera. Son los únicos celenterados con representantes de agua dulce y marinos.

Orden TRACHYLINIDA. ?Cámbrico Inferior, ?Jurásico Medio, Jurásico Superior-Reciente

Predomina la forma de medusa con simetría tetrámera, y el pólipo está muy reducido o no existe. Viven en el mar de regiones tropicales.

Orden HYDROIDEA. Cámbrico-Reciente

Los hidroideos se caracterizan porque predominan los pólipos coloniales, marinos, con exoesqueleto córneo, impregnado de carbonato de calcio como *Hydractinia*, aun cuando hay formas de agua dulce, de cuerpo blando como la *Hydra viridis*. Se cree que los hidroideos surgen en el Precámbrico en Australia con formas medusoides (*Protodipleurosoma*).

Orden MILLEPORINA. Cretácico Superior-Reciente

Hidrozoarios coloniales formados por pólipos diferentes: los gastrozoides son cortos, gruesos, con tentáculos redondeados que proveen de alimento a la colonia; y los dactilozoides que son pólipos cilíndricos, alargados, sin boca, con numerosos tentáculos que protegen a la colonia y están dispuestos alrededor de un gastrozoide. Ambos pólipos tienen divisiones transversales o tábulas. La colonia está unida por una estructura calcárea llamada cenosarco y los coralitos (donde viven los pólipos) por un tejido esquelético esponjoso o cenosteo.

Este grupo vivió a partir del Cretácico Superior y habitó en mares cálidos, formando parte del complejo arrecifal. Un ejemplo característico es *Millepora*.

Orden SIPHONOPHORIDA. Ordovícico-Reciente

Los sifonofóridos habitantes comunes de los mares cálidos son pelágicos, flotantes y nadadores. Algunos como *Physalia* (fragata portuguesa) tienen un flotador. Se caracterizan por ser formas coloniales constituidas por pólipos y medusas adheridos a un disco. Los pólipos son de tres tipos: gastrozoides, dactilozoides y gonozoides, estos últimos encargados de la reproducción. Las medusas son fijas y poco desarrolladas.

Algunas impresiones de medusas del Paleozoico Inferior

112 de Norteamérica, Europa y Australia han sido atribuidas a este grupo.

Orden STYLASTERINA. Cretácico Superior-Reciente

Se caracterizan porque su esqueleto está más calcificado que el de los milepóridos. Los gastrozoides no presentan tábulas ni tentáculos con los extremos redondeados; los dactilozoides son digitiformes. En la actualidad viven en aguas tropicales y frías. *Stylaster* es un género extinto del grupo.

Clase SCYPHOZOA. Cámbrico-Reciente

Son exclusivamente marinos, solitarios, representados por pólipos (fijos) y medusas (libres) de simetría tetrámera que se refleja en cuatro bolsas gástricas separadas por cuatro septos, cuatro tentáculos o múltiplos de cuatro.

Existen fósiles de medusas desde el Cámbrico Inferior, debido a las impresiones que dejaron sobre sedimentos finos y de pólipos porque estaban cubiertos por un exoesqueleto quitinofosfático.

Entre las medusas actuales existen ejemplares hasta de 2 m de largo, son carnívoras y viven en simbiosis con zooclor relas y zooxantelas.

Subclase SCYPHOMEDUSAE. ?Cámbrico Inferior, Jurásico Superior-Reciente

Sus representantes son formas medusoides sin velo y con simetría tetrámera. Se conocen ejemplos del Jurásico al Reciente, pero algunas medusas del Cámbrico posiblemente pertenecen al grupo. *Quadrimedusina* es un espécimen del Jurá sico de Alemania.

Subclase CONULATA. Cámbrico-Triásico

Es un grupo extinto, que vivió desde el Cámbrico al Triá-

sico y tiene importancia estratigráfica. Son formas marinas solitarias, algunas presentan pólipos cónicos o piramidales de simetría tetrámera con un extremo agudo, cerrado, formado por cuatro caras planas de naturaleza quitino-fosfática; en las caras hay estrías transversales que son líneas de crecimiento y en el centro de cada cara, un surco longitudinal; frecuentemente la abertura está cubierta por placas triangulares que las cierran y son continuación de las paredes.

Los ejemplares más grandes son de cinco cm de largo, se encuentran formas más pequeñas, de unos milímetros, que tienen un disco adhesivo en el extremo agudo. En algunas impresiones se han visto tentáculos en el borde. Un género característico del Ordovícico es *Chonchopeltis*. Hasta ahora, en México no se han encontrado.

Clase ANTHOZOA. Ordovícico Medio-Reciente

Es un grupo abundante que contribuyó a la formación de arrecifes. Son marinos con formas de pólipos (sin alternancia), son solitarios o coloniales. El pólipo tiene un estómago que comunica a la boca con el celenterón por medio de sifonoglifos que son canales con cnematocistos que desplazan la materia digestiva, también tienen función respiratoria.

El celenterón no es una cavidad hueca o vacía; está dividido por mesenterios dispuestos en forma radial, el número de mesenterios varía según las subclases. La digestión es mejor que en otros grupos, la secreción de enzimas es más concentrada.

Muchos presentan esqueleto córneo o calcáreo y algunos carecen de él. Los más interesantes son los que tienen esqueletos calcáreos y pueden ser solitarios o coloniales.

En una colonia el esqueleto que rodea a cada individuo

se llama coralito y el conjunto, coralum. Cada coralito está formado por una estructura cónica externa llamada epiteca o muralla y una base por la que se fija. En la parte superior hay septos que corresponden a los mesenterios.

El coralito crece por la base y ésta va quedando muerta, cerrada por las tábulas (láminas transversales); en la parte superior llamada cáliz, vive el animal. Se desarrollan en aguas someras de zonas tropicales.

Subclase ALCYONARIA u OCTOCORALLIA. ?Silúrico, Pérmico-Reciente

Los octocorales tienen escasa importancia paleontológica y no son constructores principales de arrecifes. Los pólipos son muy pequeños y siempre coloniales, cuyo celenterón tiene ocho mesenterios y el esqueleto presenta ocho septos; la boca tiene ocho tentáculos pinados. En las colonias los pólipos no están contiguos sino unidos por canales calcáreos (*Solenia*) y dentro de éstos hay un celénquima o masa gelatinosa.

Los fósiles son poco abundantes y dudosos, el esqueleto es córneo con espículas calcáreas escasas, algunos tienen esqueletos calcáreos que dejan huella.

La subclase Octocorallia o Alcyonaria comprende los órdenes Alcyonácea, Gorgonácea, Pennatulácea, Stolonífera, Trachypsammiácea y Coenothecalia. Únicamente se tratarán algunos ejemplos.

Orden GORGONACEA. Cretácico-Reciente

Los gorgónidos son comunes en los arrecifes actuales, se caracterizan porque tienen un esqueleto axial de donde parten pólipos. Entre ellos se citan: *Gorgonia* o abanico de mar, *Corallium rubrum* o coral rojo, usado en joyería y *Helio*pora o coral azul; que son habitantes de diferentes profundidades marinas.

Orden PENNATULACEA. ?Silúrico, Reciente

Son coloniales con aspecto de pluma (*Pennatula*), pues alrededor de un eje axial hay pólipos. Por su estructura gastrular primitiva, parece que se trata de organismos muy antiguos. A este grupo se atribuyen el fósil precámbrico de Ediacara, Australia y algunos otros hallazgos en Canadá y Africa del Sur.

Subclase ZOANTHARIA. Ordovícico-Reciente

Los zoantharios, conocidos comúnmente como corales, son constructores de arrecifes y por tal motivo indicadores paleogeográficos. Asimismo son índices estratigráficos.

Se caracterizan porque presentan pólipos con la cavidad gastrovascular dividida por cuatro septos calcáreos en los paleozoicos y seis en los post-paleozoicos. Los corales pueden ser solitarios o coloniales y estos últimos de diferente forma: globosa, ramosa, etc. Son exclusivamente marinos y se desarrollan mejor en aguas poco profundas de las zonas tropicales y subtropicales.

La subclase comprende los órdenes Heterocorallia, Zoanthinaria, Rugosa o Tetracorallia, Tabulata, Scleractinia o Hexacorallia, Actinaria y Corallimorpharia. Únicamente se tratarán los de mayor interés paleontológico.

Orden ACTINIARIA. Reciente

Están representados por las actinias o anémonas de mar, que son pólipos retráctiles con simetría hexámera y sin esqueleto; sin embargo, se cree que *Mackenzia costalis* Walcott del Cámbrico de la Columbia Británica en Canadá, es un representante fósil del grupo.

Orden RUGOSA o TETRACORALLIA. Ordovícico-Pérmico

Son corales extintos del Paleozoico, surgen en el Ordovícico y no obstante que en el Silúrico los tabulados fueron más

abundantes, en el resto del Paleozoico predominan los rugosa; se encuentran numerosas formas polipoides solitarias o coloniales que son útiles en la estratigrafía. Se extinguen inexplicablemente a fines del Pérmico.

Los corales solitarios tienen un esqueleto calcáreo, resistente al intemperismo, sus medidas son aproximadamente de 5 a 15 cm. Hay gran variedad de formas, la más frecuente curva, con la sección generalmente circular y se llama ceratoide. El coralito se fija por el ápice y para esto secreta un disco calcáreo. Otras veces los coralitos son cilíndricos con el ápice delgado, en ocasiones con sección circular o cuadrangular y por consiguiente son piramidales, algunos son aplanados y cortos y se llaman discoidales. En la parte externa hay líneas de crecimiento o estrías transversales, ensanchamientos y constricciones en la superficie.

Las arrugas se forman por interrupciones momentáneas del crecimiento lo cual es un carácter de este orden; otro aspecto es la presencia de surcos septales que se encuentran separados por ligeras salientes o costillas interseptales.

Los coralitos se dividen en cuatro partes que están marcadas por septos principales. El borde cardinal comprende el lado cóncavo y el borde opuesto, el convexo. En el centro hay una columela que no siempre es un órgano axial, a veces es una varilla aislada, maciza y otras veces es falsa, porque consiste en un ensanchamiento del extremo libre del septo opuesto y en algunos casos resulta de la unión de todos los septos mayores que forman un eje macizo. Además hay tábulas o láminas transversales calcáreas, completas o incompletas, que cierran el tejido vivo. Aparte de tábulas existen láminas calcáreas delgadas convexas hacia la abertura que se llaman disepimentos; a veces hay coralitos completos de disepimentos.

A través de cortes desde la base del coral se observa que al comienzo no hay septos, después aparece uno y en seguida seis, a estos septos se les llama protoseptos. En adelante

aparecerán entre los protoseptos los septos nuevos, en ciclos de cuatro en cuatro y reciben el nombre de metaseptos. La simetría es bilateral y no radial, el número de metaseptos es característico de cada especie. Cuando están formados todos los metaseptos y protoseptos que se denominan mayores, aparecen los menores que se intercalan entre dos septos mayores. Los espacios entre septo y septo forman los lóculos.

Entre los coralitos solitarios se cita a *Streptolasma* del Ordovícico, que se distingue por tener una columela de tipo streptocolumella, formada por el extremo de los septos; a *Calceola* y *Heliophyllum* del Devónico y entre los coloniales a *Pachyphyllum* del Devónico y a *Lithostrotionella* del Misisípico.

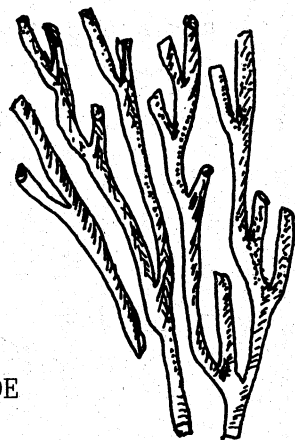
Una colonia se forma por brotes laterales de los coralitos, aunque también a veces los brotes nacen adentro del cáliz y se llaman brotes calicinales.

Hay distintos tipos de colonias, según la relación que guardan los coralitos entre sí. Algunas colonias no son masivas, porque los individuos están separados y el crecimiento se llama dendroide. En otros casos, están más cerca unos de otros, aunque no unidos íntimamente y se relacionan por puentes, este arreglo recibe el nombre de faceloide.

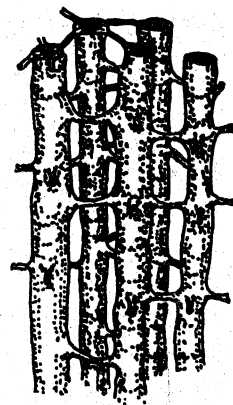
En las colonias masivas la unión es más íntima y los coralitos pierden la forma circular o poligonal del contorno, pero cada uno tiene una epiteca individual. A este arreglo se le conoce como cerioide. En ocasiones en otro tipo de arreglo, se pierde la epiteca y cada coralito se distingue por los septos radiales, alrededor de los cuales sólo se presenta un crecimiento vesiculoso en el espacio que ocupa la epiteca; este arreglo se llama afroide. Cuando se pierde la membrana vesiculosa y los septos están unidos con otros, se denomina arreglo asteroide.

Por último cuando la relación es más íntima y los septos se vuelven confluentes y cambian su dirección, al arreglo se le llama tamnasteroide. Estos estadios se consideran como la serie evolutiva en el crecimiento de una colonia (figura 6.2).

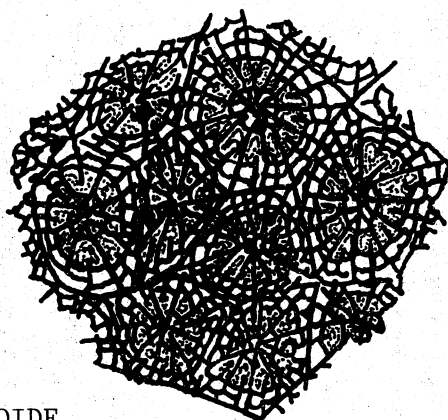
DENDROIDE



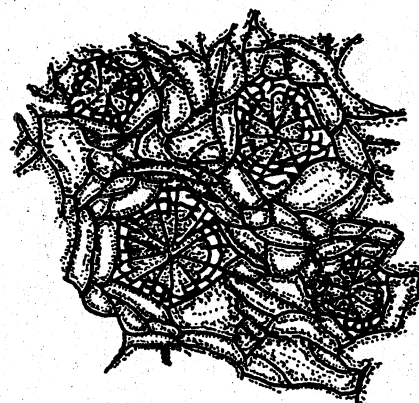
FACELOIDE



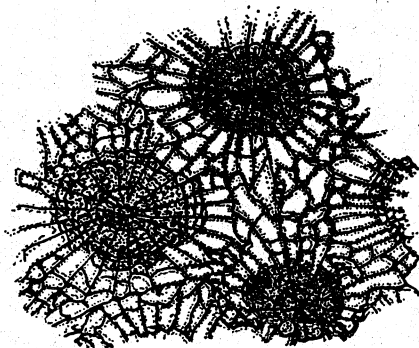
CERIOIDE



AFROIDE



ASTEROIDE



TAMNASTEROIDE

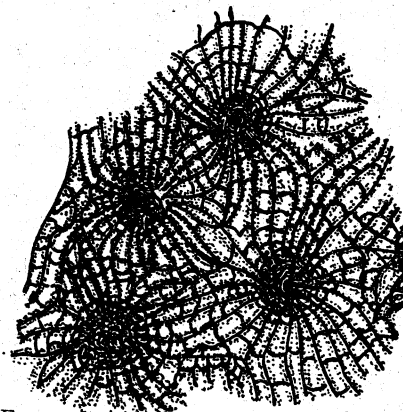


Figura 6.2 DIFERENTES TIPOS DE COLONIAS

Los tabulados son organismos coloniales generalmente masivos, pero también existen los ramificados y dendroides; algunos constituyeron arrecifes pequeños y se consideran como unos de los corales mas antiguos.

Las colonias están formadas por coralitos pequeños, menores a cinco milímetros de diámetro, largos y estrechos. La sección transversal es cuadrangular, hexagonal, prismática ovoidal o circular. Los coralitos están unidos por puentes o comunicados directamente a través de poros de la muralla. La mayoría carece de cenosteo o está escasamente desarrollado.

Un aspecto distintivo del orden es la presencia de tábulas más desarrolladas que en otros corales; asimismo, los septos están reducidos a una hilera longitudinal de espinas.

Entre los géneros característicos está *Heliolites* del Silúrico-Devónico de varias localidades del mundo. Este coral forma colonias masivas, con coralitos estrechos separados por cenénquima, que poseen doce espinas septales y tábulas bien desarrolladas. La sección transversal de los coralitos es poligonal o circular.

Halysites es un género diferente al anterior, las colonias no son masivas y los coralitos de dos milímetros de diámetro están unidos por una cara y son largos y estrechos; la pared es gruesa e imperforada y los septos, reducidos a una hilera pequeña de espinas, en sección son ovalados y están unidos sólo por un lado. El conjunto de coralitos forma capas delgadas que se bifurcan y anastomosan y dejan espacios vacíos llamados lagunas. Las aberturas unidas tienen forma de cadena. El género es índice del Silúrico.

Favosites constituye colonias masivas y ramificadas. Se caracteriza porque los coralitos son poligonales, de pared gruesa; los septos están reducidos a hileras de espinas pequeñas; el conjunto semeja un panal de abejas; lo que

distingue a este género es que las paredes están perforadas. El número y distribución de poros se toma en cuenta para la formación de especies. El género es muy importante y abundante en el Silúrico y Devónico.

IMPORTANCIA GEOLOGICA

Los tabulados son significativos por su valor estratigráfico, muchos géneros son índices, además contribuyeron a la formación de rocas. Las colonias pequeñas constituyeron parte de los arrecifes del Paleozoico. Son los corales más antiguos y se cree que aparecieron desde el Cámbrico, pero es más probable que en el Ordovícico; son abundantes en el Silúrico y Devónico y casi se extinguen en el Pérmico.

Orden SCLERACTINIA o HEXACORALLIA. Triásico Medio-Reciente

Aparecen en el Triásico Medio y desde esa época son abundantes hasta la actualidad. Son formadores de arrecifes, que varían en dimensiones. Se distinguen porque presentan simetría radial hexámera. Los ciclos aparecen de seis en seis o en múltiplos de seis.

En las diferentes colonias hay las mismas tendencias evolutivas que en los tetracorales; son importantes y presentan adaptaciones similares al medio ambiente: latitud, temperatura y profundidad del mar.

Existen diferencias en la morfología del esqueleto entre los tetracorales y los hexacorales; estos últimos son más activos secretores de CaCO_3 , el coralito es más grueso y el cenosarco de la colonia está más desarrollado y muchas veces atraviesa la epiteca y sale al exterior, formando costillas longitudinales. En los hexacorales el tejido blando forma un reborde que se dobla sobre la epiteca, secreta CaCO_3 y produce las salientes de los septos. En muchos casos la zona de reborde secreta una envoltura

externa o muralla. A veces se forma por las costillas de los septos que no llegan a ser tan salientes, sino que crecen a los lados y se unen una con otra de modo que constituyen una cubierta calcárea llamada septoteca. Cuando la muralla se produce por la unión de tábulas, se llama parateca y, en ocasiones hay unos sinaptículos o rebordes en el cáliz que constituyen una pared continua llamada sinapticuloteca. ➤

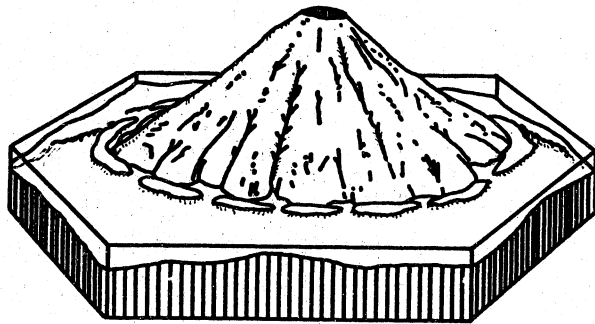
Existe cierta semejanza entre hexacorales y tetracorales porque están relacionados filogenéticamente. Hay dos teorías para explicar su origen; se cree que los hexacorales se iniciaron de los tetracorales porque los protoseptos de los primeros hexacorales del Triásico Medio, aparecen igual que en los tetracorales, aunque presentan simetría hexámera. Sin embargo, es más aceptable que los dos grupos derivaron de un ancestro común y con una evolución paralela, aunque en líneas algo divergentes. Posteriormente adquirieron la propiedad de secretar esqueletos calcáreos, aunque en distintas épocas, prueba de esto son las anémonas (hexacorales actuales) que no tienen esqueleto calcáreo.

Los hexacorales son los corales que constituyen los arrecifes más grandes. La mayoría de los yacimientos petroleros están almacenados en rocas arrecifales.

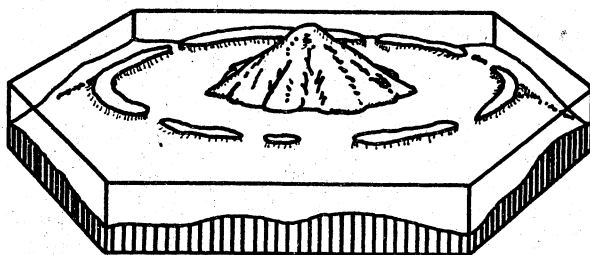
ECOLOGIA Y PALEOECOLOGIA

Los celenterados son organismos marinos con una minoría que vive en los lagos. Existen formas variadas entre ellos: los pólipos solitarios o coloniales que se fijan al sustrato y las medusas que son planctónicas. Los corales secretan un exoesqueleto calcáreo principalmente de aragonita, y para que esto ocurra están supeditados a ciertas características ecológicas: agua de escasa salinidad, limpia, bien oxigenada, poco profunda y cálida (25° aprox.) en las regiones tropicales del mundo (35° latitud norte y 32° latitud sur).

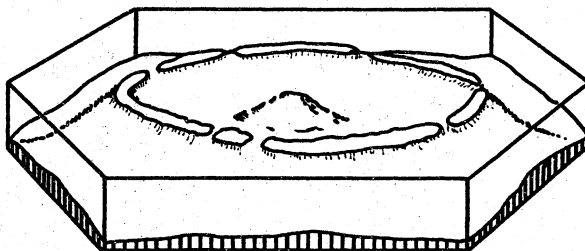
Actualmente se encuentran arrecifes en el Caribe y en Australia. Darwin notó tres formaciones arrecifales, la marginal que sigue a la línea de costa; la barrera o arrecife separado de la costa por lagunas, como la Gran Barrera Australiana que tiene 1900 km de largo, de 30 a 50 m de profundidad y una separación de 35 a 150 m; y por último los atolones relacionados con los volcanes, encontrándose algunos hasta de 80 km de diámetro.



Arrecife marginal



Arrecife de barrera



Atolón

Figura 6.3 FORMACIONES ARRECIFALES

Los arrecifes fósiles paleozoicos y mesozoicos seguramente se desarrollaron en condiciones semejantes a las actuales, predominando en el Paleozoico los Rugosa y Tabulata y a partir del Triásico los Scleractinia.

HISTORIA GEOLOGICA EN MEXICO

Los corales de México han sido poco estudiados. Del Paleozoico Temprano no existen reportes y es hasta el Misisípico del estado de Sonora cuando se estudia a *Lithostrotionella* (figura 6.4). Del Pensilvánico de Ixtaltepec, Oaxaca se cita a *Neozaphrentis*.

En el Pérmico se menciona *Lophophyllidium* del Antimonio de Sonora y de Monte Redondo, Chiapas (figura 6.5).

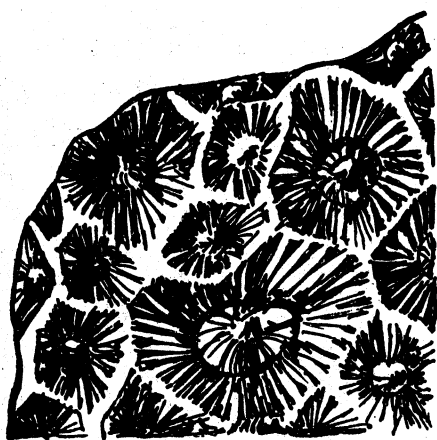


Figura 6.4

Coral colonial rugosa
Lithostrotionella sp. del
Misisípico de Sonora.

Coral solitario rugosa
Lophophyllidium sp. del
Pérmico de Sonora y Chiapas.

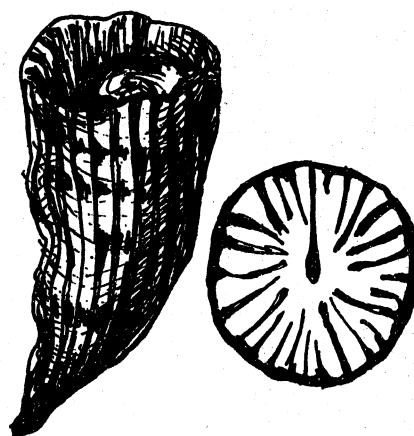
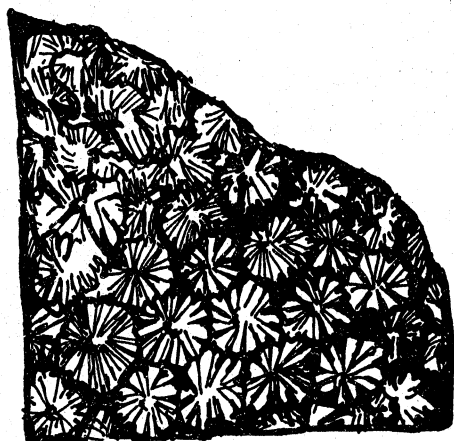


Figura 6.5

En el Triásico de la sierra del Alamo en Sonora son características las especies *Actinastraea shastensis* (Smith) (figura 6.6), *Thamnasteria rectilamellosa* (Winkler), *Tecosmilia suttonensis* (Clapp y Shinier), y *Tecosmilia delicatula* (French). Estos corales tienen una amplia distribución en el Triásico Medio y Superior de Nevada, California, Oregon, Idaho, del oeste de Canadá y Alaska.



Coral colonial Scleractinia
Actinastraea shastensis del
Triásico de Sonora.

Figura 6.6

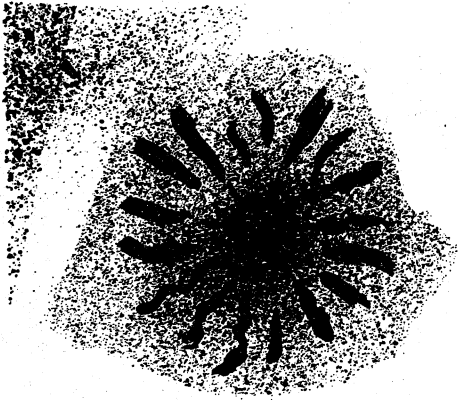
En el Jurásico Superior de Pozo Serna, Sonora se han hallado los Scleractinios: *Allocoeniopsis bernensis* (Kaby), *Brachyseris chellalensis* (Beauvais), *Latiastrea variabilis* (Etallon), entre otros.

En la sierra de las Aguilas, Chihuahua se describe a *Actinastraea crasso-ramosa*, *A. tenuisepta*, *Thamnasteria M'coyi*, *T. sp. cf. lamouronxii*, *Placophyllia chihuahuensis*, *Cladophyllia dichotoma*, *Montastrea* y *Cyclops*.

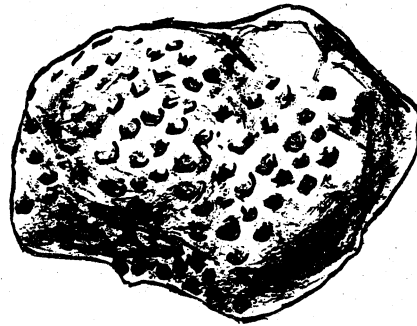
En la región de Charcas, San Luis Potosí se descubrió *Stylosmilia michelini* (Edwards y Haime) y de la región de Petlalcingo-Acatlán se describe a *Isastraea*.

Las localidades del Cretácico del país son numerosas, entre ellas la famosa del Cretácico Inferior de San Juan Raya, Puebla, de donde se citan especies como *Plesiastrea sulcatilamellosa*, *Thamnasteria crespoy*, *T. decipiens*, *T. felixi*, *Stylina vauhani*, *Baryphyllia confusa*, *Procyathophora aguilei*, *P. poblana*, *Polyphylloseris conophora*, *Cyathophora atempa*, *Complexastrea cyclops* y *Felixastrea mexicana*.

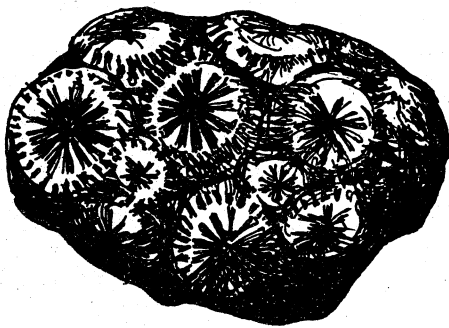
En el Cretácico Superior de la Formación Cárdenas (Maastrichtiano) se reporta ?*Lithostrotionoides* sp. y *Synastraea* sp. y de la Formación Alisitos (Aptiano-Albiano), Baja California a *Montastrea*, *Cyathophora* y *Montlivaltia* (figura 6.7).



Sección delgada que muestra un cáliz con columela transversal y septos de *Thamnasteria crespoides*.



Procyathophora aguilerai



Styliina vaughani



Complexastrea cyclops

Figura 6.7 CORALES COLONIALES PROCEDENTES DE LA FORMACION SAN JUAN RAYA (APTIANO) DE LA REGION DE TEHUACAN, ESTADO DE PUEBLA

Los corales del Terciario de México no han sido estudiados, sino únicamente mencionados en los numerosos informes técnicos con excepción del Terciario de Baja California.

AFROIDE. Coral masivo como el tipo asteroide, pero con septos cortos en la periferia, los corallitos adyacentes están unidos por una zona de disepimentos.

AHERMATIPICO. Que no forma arrecifes.

ALARES. Protoseptos que aparecen en la parte dorsal del cáliz.

ASTEROIDE. Coral masivo en que los septos de los corallitos son completos, pero no existen paredes entre ellos, los septos de los corallitos contiguos son alternantes.

AXIAL. En relación al eje oral-aboral del corallito.

BLASTOPORO. Relativo al embrión.

CALCELOIDE. Coral solitario en forma de sandalia oriental, como en el género *Calceola*.

CALIZ. Cavidad en forma de copa en la superficie superior (oral) del corallito donde vive el pólipo.

CARDINAL. Septo dorsoventral que divide al cáliz en dos mitades.

CARINA. Saliente angulosa del septo.

CEENTERON. Cavidad intestinal.

CENENQUIMA. Tejido esquelético esponjoso que separa corallitos contiguos.

CENOSARCO. Tejido que se encuentra entre los pólipos.

CENOSTEO. Depósito esquelético que une a los corallitos.

CERATOIDE. Corallito solitario, cónico, alargado.

CERIOIDE. Coral masivo en que las paredes de los corallitos están íntimamente relacionadas, con aspecto poligonal.

COLUMELA. Estructura axial del corallito en forma de varilla.

COLUMELA TRABECULAR. Estructura axial calcárea de aspecto esponjoso.

CORALITO. Exoesqueleto secretado por los pólipos solitarios o coloniales.

CORALLUM. Exoesqueleto completo de un coral.

DACTILOZOIDE. Pólipo protector de la colonia.

DENDROIDE. Ramificado. Como las dendritas de las neuronas.

DISCOIDE. Coralito solitario en forma de botón.

DISEPIMENTO. Placas convexas a la abertura, en la parte interna de los coralitos.

ECTODERMO. Capa celular externa del pólipo.

ENDODERMO. Capa celular interna del pólipo.

EPITECA. Tejido esquelético que rodea al coralito.

ESCLERENQUIMA. Tejido calcáreo de los coralitos.

ESTOMODEO. Invaginación ectodermal conocida también como faringe.

ESTRUCTURA AXIAL. Se refiere a cualquier estructura en dirección de la columela.

FACELOIDE. Colonia con coralitos independientes y paralelos.

FENESTRADO. Septo perforado.

FOLIAR. Colonia con ramas laminares.

FOSULA. Espacio interseptal.

GASTROZOIDE. Pólipo alimentador, corto y cilíndrico.

GONZOIDE. Pólipo que se ocupa de la reproducción.

HERMATIPICO. Que forma arrecifes.

INCRUSTANTE. Colonia delgada adherida a algún objeto.

LOCULO. Cavidad.

MANUBRIO. Tubo colgante en donde se abre la boca.

MASIVA. Colonia con los coralitos en contacto.

MESENTERIO. Pliegues radiales de la pared del cuerpo.

MESOGLEA. Capa fibrosa, cemento no celular o sustancia gelatinosa que se encuentra entre el ectodermo y el endodermo.

METASEPTO. Septo principal de un coralito.

NEMATOCISTO. Cápsula llena de líquido urticante que se encuentra en los nidoblastos.

NIDOBLASTO. Célula modificada en la que se encuentra el nematocisto.

OPERCULO. Tapa que cubre el cáliz de algunos corales.

PARATECA. Pared formada por el apilamiento de disepimentos.

PLANULA. Estado larval del pólipo.

PORO MURAL. Agujero entre la pared contigua de dos coralitos.

PROTOSEPTO. Uno de los seis primeros septos formados en el coralito.

QUADRANTE. Espacio interior del coralito entre un septo cardinal y un alar.

RAMOSA. Colonia con ramas o prolongaciones.

SEPTO. Placa radial que separa a los mesenterios.

SEPTO CARDINAL. Protosepto en simetría bilateral de un coralito.

SEPTO MAYOR. Uno de los protoseptos o metaseptos.

SEPTO MENOR. Uno de los septos cortos insertado entre los septos mayores.

SEPTOTECA. Pared formada por el engrosamiento exterior de los tabiques.

SINAPTICULOTECA. Pared formada por la reunión de sináptículas.

SOLITARIO. Coralito de un pólipo individual.

TABULA. Lámina transversal o convexa que ocupa la parte central del coralito.

TENTACULO. Extensión carnosa, tubular movable del pólipo.

TRAVECULA. Pilar o fibra calcárea radial de la estructura del septo.

- ALENCASTER, G. y BUITRON, B.E., 1965, *Fauna del Jurásico Superior de Petalcingo-Puebla*. Univ. Nal. Autón. México, Paleontología Mexicana no. 21, 53 p., 14 láms.
- ALMAZAN, V.E. y BUITRON, B.E., 1984, *Bioestratigrafía del Cretácico Inferior de Baja California Norte*. Memorias III Cong. Latin. de Paleontología, Oaxtepec, Morelos, p. 378-387.
- AMSDEN, T.W., 1949, *Stratigraphy and Paleontology of the Brownsport formation (Silurian) of western Tennessee*. Peabody Mus. Nat. History Bull. 5, p. 1-138, láms. 1-34, figs. 1-29.
- BEAUVAIS, LOUISE y STUMP, T.E., 1976, *Corals, Molluscs, and Paleogeography of Late Jurassic strata of the Cerro Serna, Sonora, Mexico*. *Paleogeog., Paleoclimatol., Paleoecol.*, 19, p. 275-301.
- BUSCH, D.A., 1941, *An ontogenetic study of some rugose corals from the Hamilton of western New York*. Jour. Paleontology, vol. 15, p. 392-411, figs. 1-73.
- COPPER, G.A., DUMBAR, C.O., DUNCAN, H., MILLER A.K. y KNIGHT, J.B., 1965, *Fauna Pérmica del Antimonio, oeste de Sonora, México*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Bol. no. 58, 199 p., 16 láms.
- CUMMINGS, E.R., y SHROCK, R.R., 1927, *The Silurian coral reefs of northern Indiana and their associated strata*. Indiana Acad. Sci. Proc., vol. 36, p. 71-85, figs. 1-4.
- DUNCAN, P.M., 1886-1873, *A monograph of the British fossil corals*. *Palaeont. Soc. Mon.*, pt. 1, p. 1-66, láms. 1-10, pt. 2, p. 1-46, láms. 1-15; pt. 3, p. 1-24, láms. 1-7; pt. 4, p. 1-73, láms. 1-17.
- DURHAM, J.W., 1942, *Eocene and Oligocene coral faunas of Washington*. Jour. Paleontology, vol. 16, p. 84-104, láms. 15-17, fig. 1.
- EASTON, W.H., 1944, *Corals from the Choteau and related formations of the Mississippi Valley region*. Illinois Geol. Survey Rept. Inv. 97, p. 1-62, láms. 1-17.
- _____, 1944a, *Revision of Campophyllum in North America*. Jour. Paleontology, vol. 18, p. 119-132, lám. 22, figs. 1-4.
- EDWARDS, H.M. y HAYME, J., 1850-1854, *A monograph of the British fossil corals*. *Palaeont. Soc. Mon.*, p. 1-299, láms. 1-72.
- _____, 1851, *Monographie des polypiers fossiles des terrains paléozoïques*. Mus. nat. historie nat. Arch., vol. 5, p. 1-502, láms. 1-20.
- FELIX, J., 1891, *Versteinerungen aus der mexicanischen Jura und Kreide Formation*. *Palaeontographica* v. 37, p. 140-194, lám. 22-30.

- FROMENTEL, E. DE, y FERRY, H.B.T., DE, 1865-1869, *Terrains Jurassiques*, Zoophytes. Paléontologie Française, vol. 7, p. 1-240, láms. 1-60.
- GROVE, B.H., 1934-1935, *Studies in Paleozoic corals*. Am. Midland Naturalist, vol. 15, p. 97-137; vol. 16, p. 337-378.
- HALL, J., 1887, *Corals and Bryozoa*. New York Geol. Survey, Paleontology, vol. 6, p. i-xxvi, 1-298, láms. 1-66.
- HILL, D., 1935, *British terminology for rugose corals*. Geol. Mag., vol. 72, p. 481-519, figs. 1-21.
- _____, 1938-1941, *A monograph on the Carboniferous rugose corals of Scotland*. Palaeont. Soc. Mont., p. 1-213, láms. 1-11.
- HUANG, T.K., 1932, *Permian corals of Southern China*. Palaeontologia Sinica, ser. B, vol. 8, fasc. 2, p. 1-163, láms. 1-16.
- JEFFORDS, R.M., 1942, *Lophophyllid corals from Lower Pennsylvanian rocks of Kansas and Oklahoma*. Kansas Geol. Survey Bull. 41, p. 185-260, láms. 1-8.
- LANG, W.D., 1917, *Homeomorphy in fossil corals*. Geol. Assoc. Proc., vol. 28, p. 85-94.
- _____, 1923, *Trends in British Carboniferous corals*. Ibid, vol. 34, p. 120-136, figs. 1-24.
- _____, 1938, *Some further considerations on trends in corals*. Ibid, vol. 49, p. 148-159, lám. 7, figs. 25-28.
- MOORE, R.C. y JEFFORDS, R.M., 1945, *Description of Lower Pennsylvanian corals from Texas and adjacent States*. Texas Univ. Bull. 4401, p. 63-208. lám. 14, figs. 1-213.
- MYERS, R.L., 1968, *Biostratigraphy of the Cardenas Formation (Upper Cretaceous) San Luis Potosi, Mexico*. Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geología, Paleontología Mexicana no. 24, 89 p., 15 láms.
- REYEROS, M., 1965, *Corales del Cretácico Inferior de San Juan Raya, estado de Puebla*, Univ. Nal. Autón. México, Paleontología Mexicana no. 17, 21 p., 5 láms.
- _____, 1974, *Corales del Jurásico Superior de Chihuahua*, Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana no. 40, p. 1-21, 9 láms.
- _____, 1978, *Invertebrados (Porifera y Coelenterata) del Jurásico Tardío del edo. de San Luis Potosí*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Rev. vol. 2, no. 1, p. 69-74.
- ROBINSON, W.I., 1917, *The relationship of the Tetracoralla to the Hexacoralla*. Connecticut Acad. Arts and Sci. Trnas., vol. 21, p. 145-200, lám. 1, figs. 1-7.

- ROMINGER, C.L., 1876, *Fossil corals*. Michigan Geol. Survey, vol. 3, pt. 2, p. 1-161, láms. 1-55.
- SANFORD, W.G., 1939, *A review of the families of tetracorals*. Am. Jour. Sci., vol. 237, p. 295-323, 401-423, figs. 1-16.
- SCHINDEWOLF, O. H., 1941, *Zur Kenntnis der Heterophylliden, einer eigentümlichen paläozoischen Korallengruppe*. Paleont. Zeitscher., Bd. 22, p. 213-306, láms. 9-16, figs. 1-54.
- STUMM, E.C., 1949, *Revision of the families and genera of the Devonian tetracorals*. Geol. Soc. America Mem. 40, p. 1-92, láms. 1-25.
- VAUGHAN, A., 1905, *The palaeontological sequence in the Carboniferous limestone of the Bristol area*. Geol. Soc. London Quart. Jour., vol. 62, p. 275-323, láms. 29-30.
- VAUGHAN, T.W., 1900, *The Eocene and Oligocene coral faunas of the United States*. U.S. Geol. Survey Mon. 39, p. 1-263, láms. 1-24.
- _____, 1901, *Corals*. Maryland Geol. Survey, Eocene, p. 222-232, lám. 61.
- _____, 1904, *Corals*. Ibid, Miocene, p. 438-447, láms. 122-129.
- _____, 1919, *Fossil corals from Central America, Cuba, and Puerto Rico, with an account of the American Tertiary Pleistocene, and Recent coral reefs*. U.S. Nat. Mus. Bull. 103, p. 189-524, láms. 68-152.
- _____ y POPENOE, W.P., 1935, *The corals fauna of the midway Eocene of Texas*. Texas Univ. Bull. 3301, p. 325-343, láms. 3-4.
- _____ y WELLS, J.W., 1943, *Revision of the suborders, families, and genera of the Scleractinia*. Geol. Soc. America Spec. Paper 44, p. 1-363, láms. 1-51, figs. 1-39.
- WALCOTT, C.D., 1898, *Fossil medusae*. U.S. Geol. Survey Mont. 30, p. 1-201, láms.
- WELLS, J.W., 1932, *Corals from the Trinity group of the Comanchean of central Texas*. Jour. Paleontology, vol. 6, p. 225-256, láms. 30-39.
- _____, 1933, *Corals of the Cretaceous of the Atlantic and Gulf Coastal Plains and western interior of the United States*. Bull. Am. Paleontology, vol. 18, p. 85-288, láms. 14-28.

CAPITULO 7 PHYLUM BRYOZOA

Los briozoarios son organismos coloniales, sésiles, generalmente marinos, asociados a los corales y escasos en agua dulce. Parecen pequeñas plantas y, por su semejanza con las briofitas, se les dio ese nombre.

Las colonias son de tamaño variable, entre 30 y 60 centímetros de forma redonda, ramificada o laminar incrustante sobre los arrecifes, rocas, o conchas de invertebrados.

Cada individuo de la colonia es un zoide, con aspecto de pólipo, que mide aproximadamente un milímetro. El aparato digestivo tiene forma de "U", la boca se presenta en la parte superior, rodeada por una corona de tentáculos que se implanta en una estructura muscular o lofóforo (figura 7.1).

A la colonia se le llama zoarium; a la membrana que rodea a los zoides, zoecia y al tejido calcáreo que las une, cenosteo.

Se conocen fósiles de este phylum del Cámbrico Superior al Reciente.

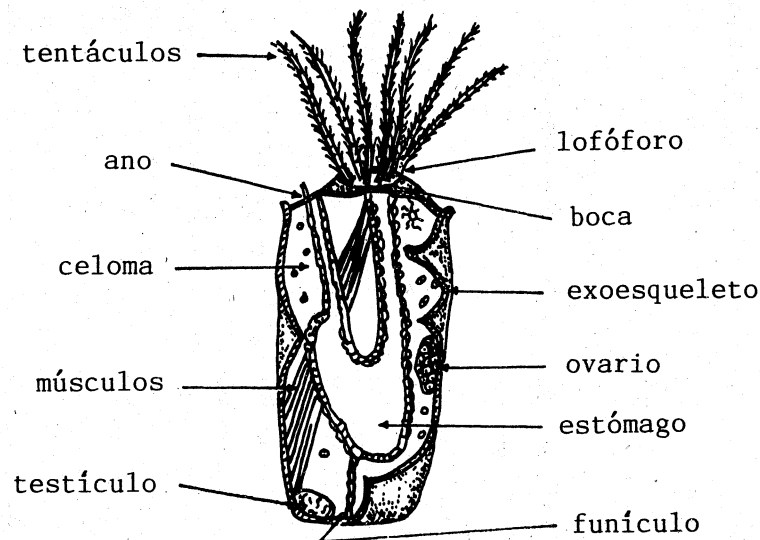


Figura 7.1 MORFOLOGIA DE UN BRIOZOARIO

CLASIFICACION

Subphylum ENTOPROCTA. Reciente

Subphylum ECTOPROCTA. ?Cámbrico Superior, Ordovícico-Reciente

Clase GYMNO LAEMATA. ?Cámbrico Superior, Ordovícico-Reciente

Orden CTENOSTOMATA. Ordovícico-Reciente

Orden CYCLOSTOMATA. ?Cámbrico Superior, Ordovícico-Reciente

Orden TREPOSTOMATA. Ordovícico-Pérmico, ?Triásico

Orden CRYPTOSTOMATA. Ordovícico-Pérmico

Orden CHEILOSTOMATA. ?Jurásico Medio, Cretácico-Reciente

Clase PHYLACTOLAEMATA. Cretácico-Reciente

Subphylum ENTOPROCTA. Reciente

Son de agua dulce. El ano y la boca se abren dentro de la corona de tentáculos. No hay fósiles.

Subphylum ECTOPROCTA. ?Cámbrico Superior, Ordovícico-Reciente

Son exclusivamente marinos. El ano se abre fuera del lofóforo.

Clase GYMNOLAEMATA. ?Cámbrico Superior, Ordovícico-Reciente

Son marinos y difieren del grupo anterior en que el lofóforo es circular y la boca no tiene labio.

Orden TREPOSTOMATA. Ordovícico-Pérmico, ?Triásico

Los trepostomados forman colonias calcáreas pequeñas de 5 a 10 cm de diámetro, generalmente masivas aunque algunas ramosas con prolongaciones cortas y redondeadas.

Para su estudio se hacen cortes y se ve que en la colonia hay tubos cilíndricos o prismáticos de pared delgada con láminas transversales o diafragmas que cierran el esqueleto vacío a medida que crece el zoide. Se distinguen dos clases de tubos que se supone fueron habitados por dos clases de zoides: los de diámetro grande o autoporos y los de diámetro pequeño o mesoporos.

Si se hace un corte longitudinal en una colonia, se observan dos zonas: el hemisferio que ocupa el centro se llama zona inmadura, está formada por tubos de pared delgada y diafragmas muy espaciados, se cree que esta zona es de rápido crecimiento; en la periferia se encuentra la zona madura, cuyos tubos presentan la pared gruesa, los diafragmas están más cercanos y el crecimiento es más lento, en esta zona están los mesoporos intercalados con los autoporos.

En algunos géneros existen unos tubos más delgados que se llaman acantoporos porque terminan en espinas y en algunas colonias se supone que había hasta tres clases de zoides.

El género *Prasopora* del Ordovícico es una colonia hemisférica de 5 cm de diámetro con las zoecias en una línea y con mesoporos pequeños. El grupo tiene índices estratigráficos muy importantes en el Ordovícico y Silúrico.

Orden CRYPTOSTOMATA. Ordovícico-Pérmico

Los criptostomados son extintos, conocidos como briozoarios de encaje; las colonias son masivas, ramosas, con láminas fenestradas o con aberturas formadas entre dos tubos cilíndricos, los cuales presentan zona madura e inmadura y se caracterizan por tener hacia adentro de la abertura, un tabique que parte del piso inferior del tubo, que cierra la mitad de la misma y se llama hemisepto. Seguramente un opérculo estaba fijo al hemisepto por una especie de membrana, ya que esto se ve en los queilostomados recientes.

Un tejido calcáreo esponjoso une a los tubos y se conoce con el nombre de cenosteo. Las láminas son barras longitudinales unidas entre sí por puentes, entre los que quedan huecos o ventanas llamadas fenestrelas, todas las aberturas se encuentran en un solo lado. Presentan una ornamentación variada en forma de quillas, espinas, poros, etc. El número y arreglo de los poros es variable en los diferentes géneros.

Las colonias de láminas fenestradas son características y adoptan muchas formas según el género de que se trata, por ejemplo en *Fenestella* son conos que se fijan al sustrato por medio de rizoides. Este género es índice del Misisípico.

Otro género presenta un eje central calcáreo de forma espiralada, con láminas fenestradas implantadas siguiendo la espiral, se trata de *Archimides*, característico del Pensilvánico.

Orden CYCLOSTOMATA. ?Cámbrico Superior, Ordovícico-Reciente

No son abundantes ni importantes en la estratigrafía. Constituyen colonias ramosas formadas por tubos muy largos de pared delgada, que presentan poros finos y diafragmas espaciados; el cenosteo está reducido o no existe. Por ejemplo *Entalophora* que vivió del Jurásico al Cretácico, está formada por colonias ramosas pequeñas, con tubos largos sin cenosteo.

Spiropora vivió del Cretácico al Cenozoico, es una colonia ramosa con las aberturas arregladas en espiral alrededor de un eje central.

137

Orden CTENOSTOMATA. Ordovícico-Reciente

Existen en la actualidad. No es un grupo importante en paleontología; son escasos y los fósiles son poco conocidos.

Las colonias están formadas por zoides con aspecto de copa, cuya abertura está cubierta por un opérculo con cerdas.

Los zoides están separados en los extremos y unidos en la base por estolones ramificados y bifurcados que de trecho en trecho se fijan por un pedúnculo. Crecen sobre las rocas, conchas de invertebrados o algún objeto resistente.

En algunas formas actuales, el estolón se calcifica y los zoides jamás presentan esqueleto calcáreo. En los fósiles el estolón se encuentra dentro de las conchas o se observan las perforaciones que hicieron al implantarse en ellas. Un género muy abundante en el Ordovícico es *Vinella*.

Orden CHEILOSTOMATA. ?Jurásico Medio, Cretácico-Reciente

Surgen en el Jurásico y en el Cenozoico son abundantes. Se parecen a *Cryptostomata* y se supone que derivan de ellos, pues tienen caracteres comunes y, posiblemente, antes del Jurásico eran membranosos y no dejaron evidencias.

Estos organismos se caracterizan por presentar las zoecias unidas entre sí y dispuestas en una sola capa; se parecen en su aspecto a líquenes. Algunas son colonias laminares, pero verticales o rectas y otras son ramosas o dendroides, estas últimas con zoecias membranosas, que por lo tanto no fosilizaron.

Las zoecias varían de forma, son rectas, ovales y prismáti-

cas, siempre presentan varias caras: la cara frontal, la cara trasera, dos laterales, una inferior y otra superior.

Las caras frontales de cada zoecia se encuentran del mismo lado en donde se halla la abertura; las características de la abertura son importantes porque ésta varía de forma, de tamaño y posición. En la cara frontal se encuentran otros elementos, como espinas, gránulos, quillas.

Además hay zoecias modificadas como el vibraculorio y aviculario que son órganos especiales y únicos. El vibraculorio es un látigo largo, fijo a la cara frontal, que varía según el género. El aviculario tiene forma de cabeza de ave; es como un pico de perico, con músculos muy poderosos que lo mueven, está fijo por un corto pedúnculo a la cara frontal, no se conserva porque es córneo y deja solamente la marca. Hay otra clase de zoecia: el oviceo, que es un ensanchamiento generalmente esférico donde se desarrollan los embriones, a veces fosiliza por estar calcificado.

Las zoecias están comunicadas entre sí por orificios muy pequeños en las paredes, llamados séptulos; la abertura está cubierta por un opérculo membranoso que no se conserva en los fósiles. Muchas formas presentan cubiertas membranosas o calcáreas, o una combinación de las dos, desde luego, la primera se conserva y la segunda se pierde. Otra estructura que presentan es el saco de compensación que es un órgano único, que regula la presión del líquido en el interior de la zoecia y no existe en las formas calcáreas, sólo en las membranosas, porque funciona por contracción de músculos; cuando sale el lofóforo, se llena de agua y al entrar se vacía.

Se clasifican en dos subórdenes: ANASCA, sin saco de compensación y ASCOPHORA, con saco de compensación. *Lunulites* es una colonia hemisférica importante del Cenozoico.

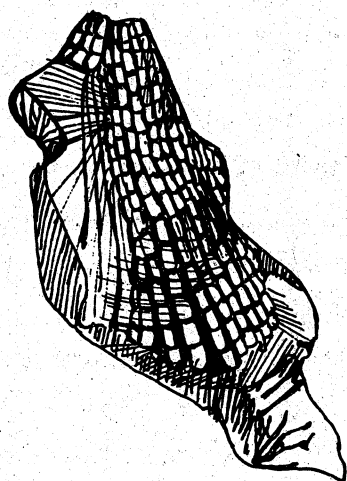
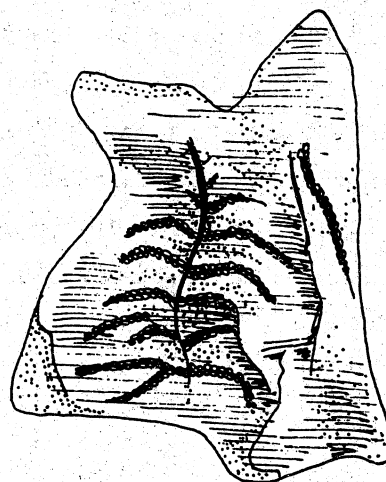
Clase PHYLACTOLAEMATA. Cretácico-Reciente

Esta clase es pequeña, de agua dulce. El lofóforo tiene forma de u y la boca está protegida por un labio.



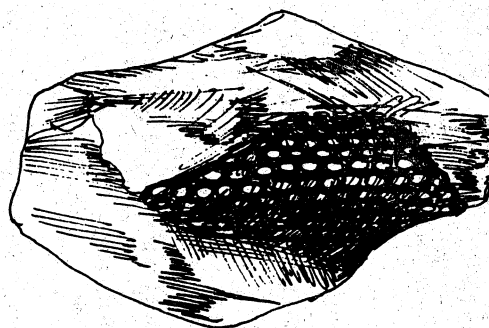
Rhombopora sp. del Pensilvánico
de Ixtaltepec, Oaxaca.

Penniretepora sp. del Pensil-
vánico de Ixtaltepec, Oaxaca..



Colonia de fenestélidos del
Pensilvánico de Ixtaltepec,
Oaxaca.

Fenestella sp. del Pensilvánico
(Formación Olinalá) Guerrero.



Tanto los briozoarios fósiles como los actuales se fijan a las rocas, a las conchas de moluscos, a las algas corallinas, etc. Tienen preferencia por el agua limpia, bien oxigenada y por los fondos rocosos, son escasos en fondos arenosos. También se encuentran formando parte del complejo arrecifal, adaptados a las características propias de este ecosistema. Viven de preferencia entre los 10 y 500 m de profundidad, son extremadamente raros a mayor profundidad.

Se consideran como buenos indicadores de facies, pues abundan en las calcáreas y calcareoarenosas. Otros son indicativos de la profundidad de los mares en que vivieron, pues indican la batimetría con relación a su abundancia o escasez.

HISTORIA GEOLOGICA EN MEXICO

Los briozoarios han sido abundantes desde el Ordovícico al Reciente, y muchos de ellos se utilizan como fósiles índice por su distribución geográfica amplia y su alcance estratigráfico corto.

En el Paleozoico predominaron los briozoarios trepostomados de colonias masivas y los criptostomados de colonias laminares fenestradas. En México se citan de varias localidades del Paleozoico Tardío, criptostomados-fenestélidos, entre ellas del Pensilvánico de Guerrero, Oaxaca y Chiapas (figura 7.2). En el Jurásico surgen los queilostomados de zoecias cortas, con opérculos, posiblemente a partir de los criptostomados y son muy abundantes en el Terciario y en la actualidad.

GLOSARIO DE TERMINOS MORFOLOGICOS BASICOS DE LOS BRIOZOARIOS

- ABORAL. Lado opuesto a la boca.
- ACANTOZOIDE. Zoide modificado que termina en una espina.
- ADORAL. Donde se sitúa la boca.
- AUTOPORO. Abertura grande del tubo.
- AVICULARIO. Zoide modificado en forma de pico de ave.
- CENOSTEO. Tejido calcáreo que une a las zoecias.
- DACTILOZOIDE. Zoide modificado que termina en un tentáculo.
- DIAFRAGMA. Estructura laminar que cierra la parte muerta de la zoecia.
- ESTOLON. Prolongación que une por la base a los zoides.
- FENESTRA. Abertura que se forma entre dos tubos, en los fenestélidos.
- GONZOZOIDE. Zoide modificado para la reproducción.
- MESOPORO. Abertura pequeña del tubo.
- MUSCULOS RETRACTORES. Por medio de los cuales el tubo digestivo se une a la pared interior de la zoecia.
- LOFOFORO. Estructura muscular en forma circular donde se implantan los tentáculos.
- OPERCULO. Estructura quitinosa o calcárea que cierra la abertura de los zoides.
- OVICELA. Zoide modificado para la incubación de las larvas.
- SACO DE COMPENSACION. Aparato hidrostático que mantiene la presión normal dentro de la colonia.
- SEPTULA. Orificios pequeños de las paredes que comunican a las zoecias.
- TABULAS. Láminas transversales que marcan la separación entre la parte habitada y deshabitada de la zoecia.
- TENTACULOS. Proyecciones tactilares implantadas en el lofóforo.
- VIBRACULARIO. Zoecia modificada con un pequeño tentáculo.
- ZOARIUM. Colonia.
- ZOECIA. Exoesqueleto que aloja al zoide.
- ZOIDE. Pólipo (parte viviente del briozoario).
- ZONA INMADURA. Parte central de la colonia con tubos de pared delgada y diafragmas espaciados.
- ZONA MADURA. Parte periférica de la colonia con tubos de pared gruesa y diafragmas cercanos.

- BASSLER, R.S., 1906, *The bryozoan fauna of the Rochester shale*. United States, Geol. Survey Bull. 292, p. 1-136, láms. 1-31.
- _____, 1911, *Bryozoa of the Middle Devonian of Wisconsin*. Wisconsin Geol. Survey Bull. 21 p. 49-67, láms. 5-11.
- _____, 1911a, *The early Paleozoic Bryozoa of the Baltic provinces*. United States, Nat. Mus. Bull. vol. 77, p. 1-382, láms. 1-13, figs. 1-226.
- _____, 1922, *The Bryozoa or moss animals*. Smithsonian Inst. Ann. Rept. 1920, p. 339-380, láms. 1-4, figs. 1-13.
- _____, 1927, *Bryozoa*. In Twenhofel, W.H., *Geology of Anticosti Island*. Canada Geol. Survey Mem. 154, p. 143-168, láms. 5-14.
- _____, 1929, *The Permian Bryozoa of Timor*. Palaeontologie von Timor, Lief. 16, Abh. 28, p. 36-90, láms. 225-247.
- _____, 1935, *Bryozoa*. Fossilium Catalogus, pt. 67, p. 1-229.
- CANU, F. y BASSLER, R.S., 1926, *Studies on the cyclostomatous Bryozoa*. United States. Nat. Mus. Proc., vol. 67, art. 21, p. 1-124, láms. 1-31, figs. 1-46.
- CROCKFORD, J., 1943, *Permian Bryozoa of eastern Australia*. Royal Soc. New South Wales Jour. and Proc., vol. 76, p. 258-267, lám. 15.
- CUMINGS, E.R., 1904, *Development of some Paleozoic Bryozoa*. Am. Jour. Sci., 4th ser. vol. 17, p. 49-79, figs. 1-83.
- _____ y GALLOWAY, J.J., 1915, *Studies of the morphology and histology of the Trepotomata or monticuliporoids*. Geol. Soc. America Bull., vol. 26, p. 349-374, láms. 10-15.
- DEISS, C.F., 1932, *Description and stratigraphic correlations of the Fenestellidae from the Devonian of Michigan*. Michigan Univ., Mus. Paleontology Contr., vol. 3, p. 233-275, láms. 1-14.
- DUNCAN, H., 1939, *Trepotomatous Bryozoa from the Traverse group of Michigan*. Michigan Univ., Mus. Paleontology Contr., vol. 5, p. 171-270, láms. 1-16, fig. 1.
- ELIAS, M.K., 1937, *Stratigraphic significance of some late Paleozoic fenestrate bryozoans*. Jour. Paleontology, vol. 11, p. 306-334, figs. 1-3.
- FLORES DE DIOS, G.L.A. y BUITRON, B.E., 1982, *Revisión y aportes a la Estratigrafía de la montaña de Guerrero*. Univ. Autón. de Guerrero. Serie Técnico-Científica, no. 12, 28 p.
- _____ y _____, 1984, *Una nueva localidad del Paleozoico Superior en la región de la Mixteca Oaxaqueña*. Bol. de la Soc. Geol. Mexicana, Tomo 45, no. 1-2, p. 35-41.

xico. Bol. Asoc. Mex. Geólogos Petroleros, v. 25, p. 79-134.

LOEBLICH, A.R., Jr., 1942, *Bryozoa from the Ordovician Bromide formation, Oklahoma*. Jour. Paleontology, vol. 16, p. 413-436, láms. 61-64.

MOORE, R.C., 1929, *A bryozoan faunule from the upper Graham formation, Pennsylvanian, of north-central Texas*. Jour. Paleontology, vol. 3, p. 1-27, 121-156, láms. 1-3, 15-18, figs. 1-5.

MORALES, SOTO, S. y COMAS RODRIGUEZ, O., 1984, *Análisis paleoecológico del Pensilvánico en la región de Nochixtlán, Oaxaca, México*. Memoria III Congr. Latinoamericano de Paleontología, Oaxtepec, Morelos, México, p. 113-124.

SIMPSON, G.B., 1895, *Handbook of the genera of the North American Paleozoic Bryozoa*. New York State Geol. Ann. Rept. 14, p. 407-669, láms. A-E, 1-25, figs. 1-222.

ULRICH, E.O., 1890, *Paleozoic Bryozoa*. Illinois Geol. Survey vol. 8, p. 285-688, láms. 29-78, figs. 1-15.

_____, 1895, *Lower Silurian (Ordovician) Bryozoa of Minnesota*. Minnesota Geol. Survey, vol. 3, pt. 1, p. 96-332, láms. 1-28, figs. 1-20.

_____ y BASSLER, R.S., 1904, *A revision of the Palaeozoic Bryozoa*, pt. 1, *On reports and species of Ctenostomata*. Smithsonian Misc. Coll., vol. 45, p. 256-294, láms. 65-68, figs. 32-33; pt. 2, *On genera and species of Trepostomata*. Ibid, vol. 47, p. 15-55, láms. 6-14.

CAPITULO 8 PHYLA RHYNCHOCOELIA, NEMATHELMINTHA, ANNELIDA, CHAETOGNATA Y SIPUNCULOIDEA

Estos filos son conocidos comúnmente como vermes o gusanos. Se clasifican en el grupo bilateria, cuyas características principales son la simetría bilateral, el mesodermo endodermal, los órganos bien diferenciados y la presencia de ano.

Los bilateria se dividen en los acelomados (rhynchocoelia o nemerta); los pseudocelomados (nematelmintha) y los eucelomados (annelida, chaetognata y sipunculoida). En la actualidad son abundantes en el mar y en el agua dulce; también los hay terrestres. Muchos son parásitos. Los fósiles son escasos.

Phylum RHYNCHOCOELIA O NEMERTA. Jurásico-Reciente

Son organismos vermiformes, aplanados, sin segmentación, con la cabeza indiferenciada provista de una proboscis invaginable. La mayoría de las especies son marinas y algunas de agua dulce, terrestres o parásitas. El alcance estratigráfico del grupo queda comprendido entre el Jurásico y el Reciente.

Los nematelmintos son gusanos de cuerpo redondo, sin segmentación, protegido por una cutícula. Carecen de sistemas circulatorio y respiratorio; la región cefálica está poco diferenciada.

Estos organismos son de hábitos marinos o terrestres, libres o parásitos y se conocen desde el Carbonífero al Reciente.

Phylum ANNELIDA. Cámbrico-Reciente

Los anélidos son vermiformes, segmentados. Presentan protostomio (cerebro y órganos sensoriales), soma con un par de apéndices (parápodos) y pigidio donde se localiza el ano. Tienen aparato digestivo, circulatorio, nervioso y excretor (nefridios).

Estos organismos son terrestres o acuáticos, comensales o parásitos. Su alcance stratigráfico está comprendido entre el Cámbrico y el Reciente.

CLASIFICACION

Clase POLYCHAETIA. Cámbrico-Reciente

Orden ERRANTIDA. Ordovícico-Reciente

Orden SEDENTARIDA. Cámbrico-Reciente

Orden MISKOIIDA. Cámbrico-Ordovícico

Clase MYZOSTOMIA. Ordovícico-Reciente

Clase OLIGOCHAETIA. Carbonífero-Reciente

Orden PLESIOTHECA. Carbonífero-Reciente

Orden PROSOTHECA. Terciario-Reciente

Los poliquetos son gusanos que viven en galerías que cavan en los sedimentos del fondo marino. En las formaciones sedimentarias se han encontrado galerías en forma de "U" y pequeñas mandíbulas atribuidas a estos organismos.

Orden ERRANTIDA. Ordovícico-Reciente

Las mandíbulas quitinosas de vermes marinos, pelágicos, se conservaron fósiles y se conocen con el nombre de escoleco-dontos. Estas estructuras miden aproximadamente un milímetro y están provistas de dientes (figura 8.1).

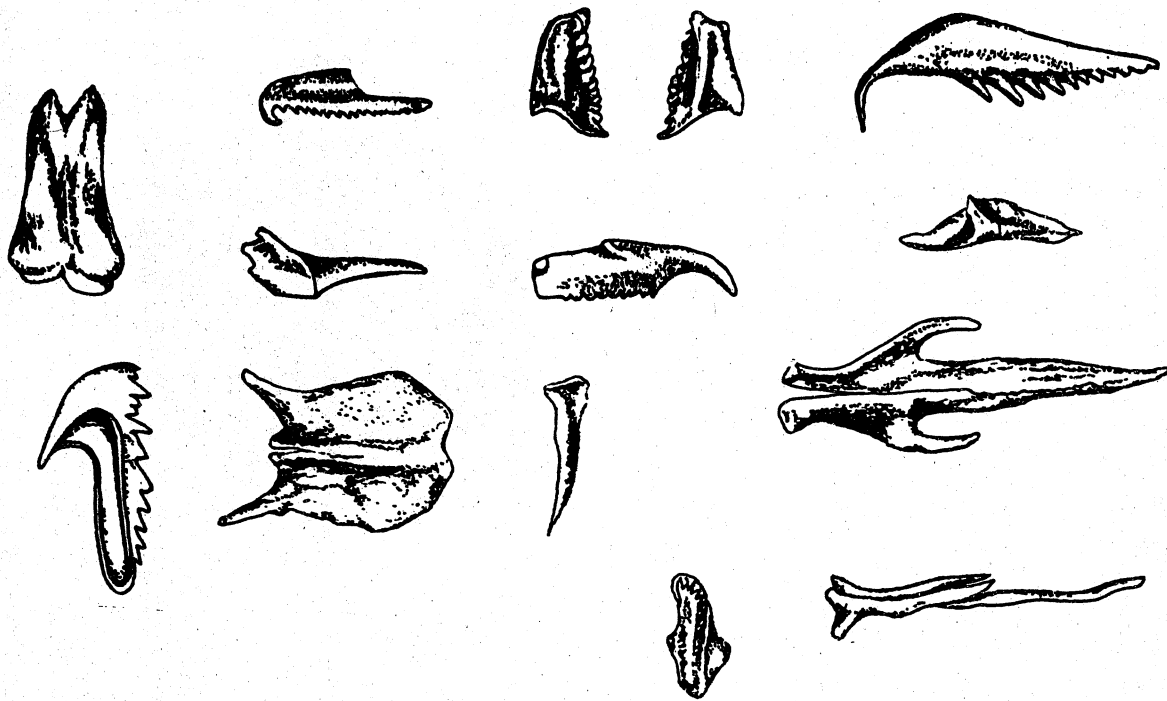
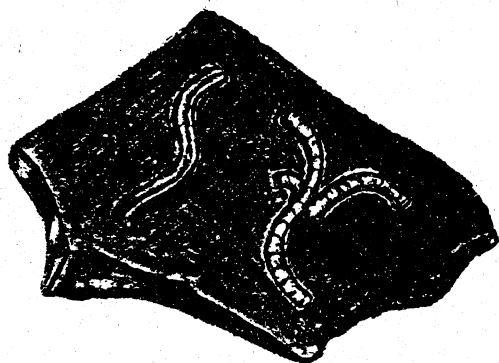


Figura 8.1 MANDIBULAS DE VERMES MARINOS

Orden SEDENTARIDA. Cámbrico-Reciente

Las especies de este grupo se caracterizan porque son sésiles o viven enterradas en la arena del fondo marino. Fabrican tubos calcáreos a los que adhieren granos de arena o fragmentos de conchas de otros organismos. Entre los sedentarios se cita a *Serpula* y *Spirorbis* que se fijan a las rocas, a las conchas de invertebrados o son comunes en los arrecifes.

En México es frecuente encontrar estos vermes en el Cretácico de diversas localidades, entre ellas San Juan Raya, Puebla y ciudad Acuña, Coahuila (figura 8.2).



Serpula cretacea del Cretácico
Superior de Cd. Acuña, Coahuila.

Serpula filiformis del Cretácico
Inferior de San Juan Raya, Puebla.

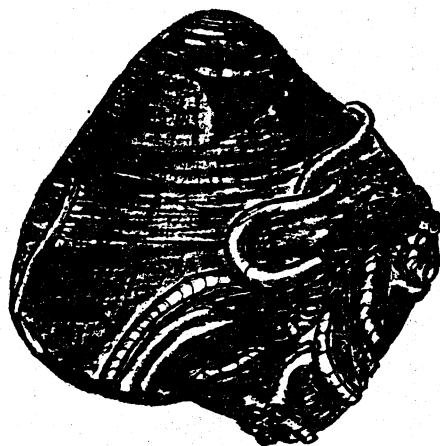


Figura 8.2 VERMES DEL CRETACICO DE MEXICO

Orden MISKOIIDA. Cámbrico-Ordovícico

Son gusanos de cuerpo alargado, segmentado y con parápodos similares. Tienen proboscis retráctil. Sus hábitos son marinos y se encuentran únicamente fósiles en el Paleozoico Inferior.

Clase MYZOSTOMIA. Ordovícico-Reciente

Son gusanos de cuerpo plano, sin segmentos, protegido por una cutícula quitinosa y con cinco pares de parápodos. Parasitan a los crinoides.

Clase OLIGOCHAETIA. Carbonífero-Reciente

Los oligoquetos tienen la región cefálica reducida y desprovista de apéndices. Carecen de parápodos y las quetas están reducidas. Sus hábitos son terrestres y acuáticos.

En el presente son muy abundantes, contándose entre ellos a la lombriz de tierra (*Lumbricus terrestris*). Los fósiles son escasos.

Esta clase comprende dos órdenes, que se diferencian por las características de las gónadas masculinas.

Phylum CHAETOGNATA. Cámbrico-Reciente

Son organismos de cuerpo alargado, provisto de varias aletas laterales y una caudal; la cabeza tiene espinas o garfios. En la actualidad viven en mares templados, son litorales y epipelágicos. Unicamente se conoce un ejemplar fósil (*Amiskwia sagittiformis*) del Cámbrico Medio de la Columbia Británica en Canadá.

Phylum SIPUNCULOIDEA. Cámbrico-Reciente

Los sipunculoideos son gusanos cilíndricos, con el cuerpo escasamente segmentado; la boca presenta tentáculos. Son marinos sedentarios y es común que habiten en las oquedades de los arrecifes, y en las conchas o tubos de otros organismos. *Ottoia* del Cámbrico Medio de la Columbia Británica, Canadá se atribuye al grupo.

GLOSARIO DE TERMINOS MORFOLOGICOS BASICOS DE LOS VERMES

ACELOMADOS. Organismos que presentan mesénquima entre la pared del cuerpo y el tubo digestivo.

COMENSAL. Animal que vive en un huésped al que no perjudica ni beneficia.

EUCELOMADOS. Organismos en los que existe una cavidad (celoma) bien definida entre la pared del cuerpo y el tubo digestivo y que está cubierta por el peritoneo.

MESENQUIMA. Capa intermedia del cuerpo, de consistencia gelatinosa que aloja células especializadas (amebocitos).

NEFRIDIOS. Relativo al sistema excretor de los invertebrados.

QUETAS. Cerdas quitinosas, situadas en el cuerpo de los vermes.

PARAPODOS. Apéndices locomotores.

PIGIDIO. Parte terminal del cuerpo.

PROTOSTOMA. Segmento cefálico preoral.

PSEUDOCLOMADOS. Organismos en los que existe una cavidad (blastocoele) entre la pared del cuerpo y el tubo digestivo, sin peritoneo.

SESILES. Organismos que viven fijos a un sustrato.

SOMA. Cuerpo dividido en segmentos (somitos), cada uno dotado de un par de parápodos.

VERMES. Término aplicado a organismos conocidos comúnmente como gusanos, pero que pertenecen a filos diferentes.

- ALENCASTER, GLORIA, 1956, *Pelecípodos y Gasterópodos del Cretácico Inferior de San Juan Raya, Puebla*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana no. 2, 47 p. 7 láms.
- BITTRON, B.E. y R.M. MATA, 1979, *Invertebrados (Mollusca y vermes) del Cretácico Superior de la región de cd. Acuña, Coahuila*. III. Congreso Nacional de Zoología, Univ. Autón. de Aguascalientes, Libro de Resúmenes, p. 50.
- ELLER, E.R., 1940, *New Silurian scolecodonts from the Albian beds of the Niagara gorge, New York*. Annals Carnegie Mus., vol. 28, p. 9-46, láms. 1-7.
- _____, 1945, *Scolecodonts from the Trenton series (Ordovician) of Ontario, Quebec, and New York*. Ibid, vol. 30, p. 119, 212, láms. 1-7.
- GARDNER, J., 1939, *Notes on fossils from the Eocene of the Gulf province*. United States Geol. Survey Prof. Paper 193-B, p. 17-44, lám. 6-8.
- LANGE, F.W., 1949, *Polychaete annelids from the Devonian of Parana, Brazil*. Bull. Am. Paleontology, vol. 13, no. 134, p. 1-102, láms. 1-16.
- MATA-QUINTANA, R.M., 1980, *Moluscos (Bivalvia, Cephalopoda) Cretácicos del norte del estado de Coahuila*. Univ. Nal. Autón. México. Facultad de Ciencias. Tesis Profesional, 451 p., 2 lám.
- STAUFFER, C.R., 1933, *Middle Ordovician Polychaeta from Minnesota*. Geol. Soc. America Bull., vol. 44, p. 1173-1228, láms. 59-61.
- STORER, T. I., 1951, *General Zoology*. McGraw-Hill, New York, p. 345-389, 438-460.
- WADE, B., 1921, *The fossil annelid Hamulus Morton, and operculate Serpula*. United States, Nat. Mus. Proc., vol. 59, p. 41-46, illus.
- WALCOTT, C.D., 1911, *Middle Cambrian Annelida*. Smithsonian Misc. Coll., vol. 57, p. 109-144, láms. 18-23.

CAPITULO 9 P H Y L U M B R A C H I O P O D A

Los braquiópodos son solitarios y sésiles. Viven en el mar principalmente en la zona nerítica o a grandes profundidades y, algunos, en el agua salobre de los estuarios.

Es un grupo que tiene mayor importancia en paleontología que en zoología, por ser índices estratigráficos. En la actualidad existen pocos representantes (60 géneros); fueron más abundantes en el pasado, pues se han descrito 1700 géneros fósiles. Su alcance estratigráfico es del Cámbrico al Reciente.

El esqueleto está formado por una concha con dos valvas desiguales entre sí, una más pequeña que la otra; la mayor se llama peduncular porque tiene un foramen por donde sale el pedúnculo, y la menor es la braquial con el aparato esquelético (braquidio) que sostiene a una estructura muscular ciliada (lofóforo).

La concha presenta simetría bilateral mediante un plano que corta a las dos valvas; lo cual es importante porque marca la diferencia con los pelecípodos, pues en ellos el plano de simetría pasa en medio de las valvas (figura 9.1).

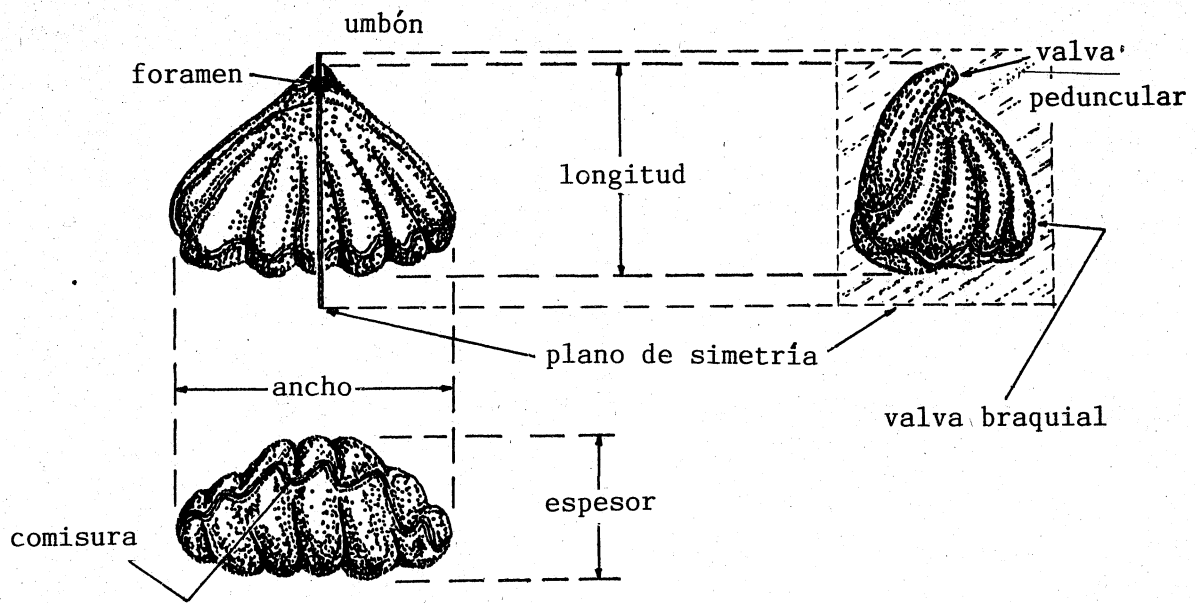


Figura 9.1 MORFOLOGIA EXTERNA DE LA CONCHA

Los braquiópodos tienen una membrana interna llamada manto, que secreta a las valvas y las recubre completamente; el manto está fijo a la superficie interna de la concha por medio de un repliegue y la divide en dos cavidades: la más pequeña en la parte posterior es la cavidad visceral y la mayor en la parte anterior es la cavidad paleal o del manto. En el centro de la membrana está localizada la boca, de donde parte el tubo digestivo que tiene forma de "U" (figura 9.2).

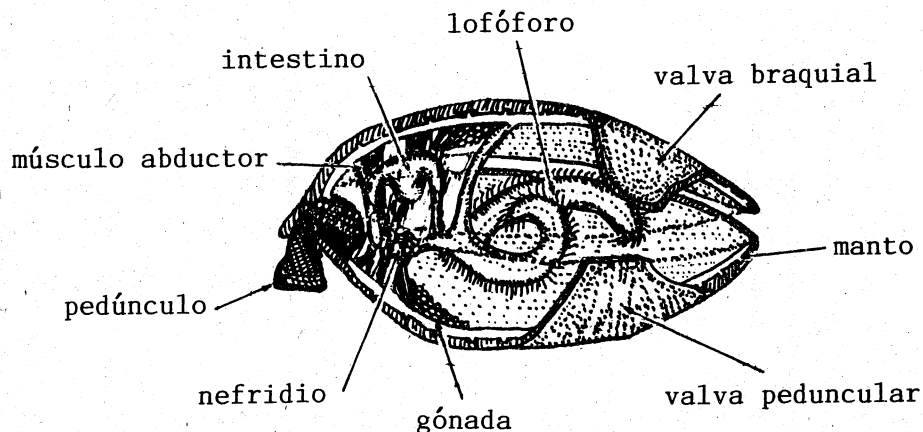


Figura 9.2 MORFOLOGIA DE UN BRAQUIOPODO ARTICULADO

Los braquiópodos presentan un anillo nervioso periesofágico; dos pares de nefridios que se comunican con la cavidad paleal y glándulas sexuales. Asimismo tienen un sistema circulatorio formado por un conjunto de canales ramificados que se encuentran en la cara interna del manto, llamados canales paleales, cuyas marcas quedaron impresas en los fósiles (figura 9.3).

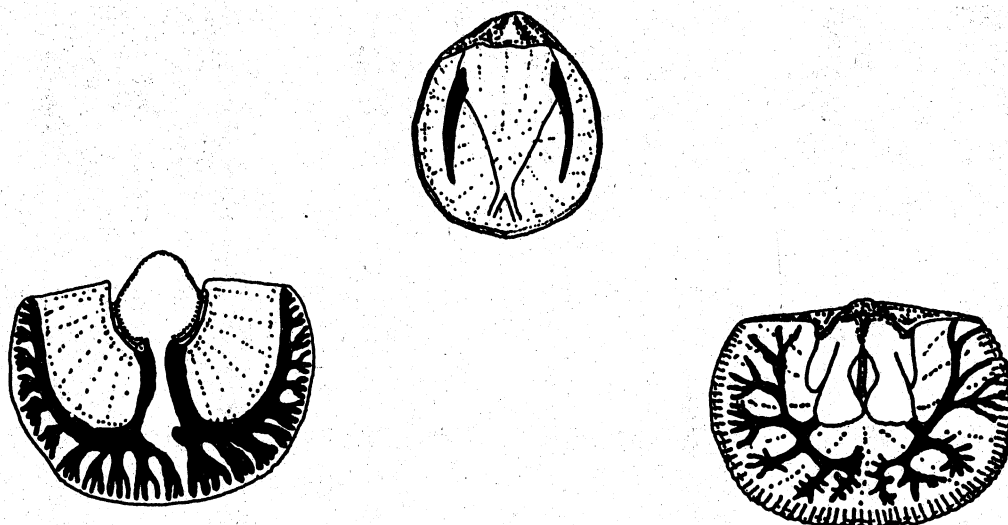


Figura 9.3 IMPRESIONES DE LOS CANALES PALEALES

Los sexos están separados. Se produce un huevo y después una larva trocófora que nada libremente; posteriormente se fija y secreta dos pequeñas valvas larvarias quitinosas y circulares llamadas protégulum. En los márgenes del protégulum se secreta material esquelético y así crece la concha, la cual es muy variada en su forma (oval, semicircular o cuadrangular) y en su naturaleza química (algunas son quitinosas, otras fosfáticas y la mayoría calcáreas).

Existen varias modalidades en el crecimiento de la concha: cuando éste se efectúa en todas direcciones se llama holoférico y la concha es circular o cónica, ya sea plana o convexa; es característico de los inarticulados. Cuando la concha crece hacia los lados del margen anterior, a este tipo de crecimiento se le conoce como hemiperiférico.

El tercero, denominado mixosférico, es una variedad del hemiperiférico y se efectúa alrededor del protégulum pero con diferente intensidad, pues es menor hacia el margen posterior y mayor hacia el margen anterior. En las conchas de los articulados, se observan los tres tipos (figura 9.4).

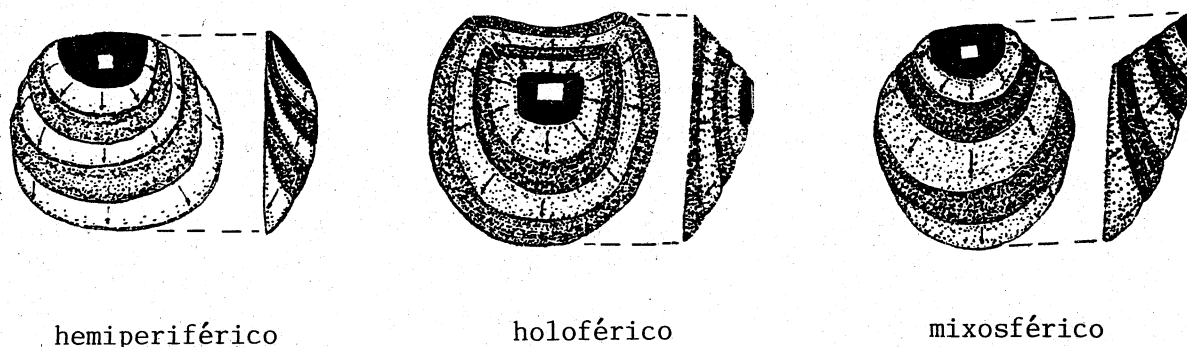
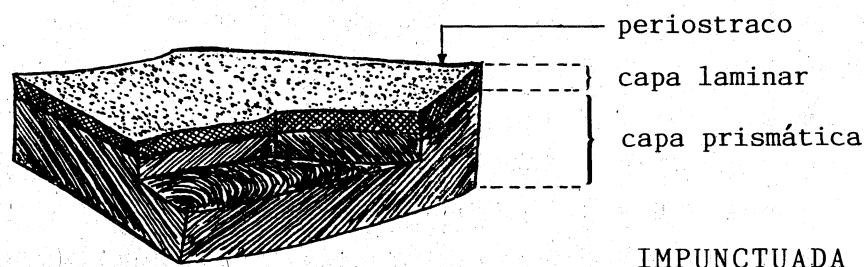


Figura 9.4 MODALIDADES EN EL CRECIMIENTO DE LA CONCHA

En los articulados la concha está constituida por tres capas: la externa o periostraco, que no se conserva en los fósiles; una intermedia delgada o capa laminar, formada por capas paralelas a la superficie; enseguida una más gruesa llamada fibrosa o prismática, oblicua a la superficie.

Tanto en los articulados como en los inarticulados se encuentran en las valvas perforaciones o puntos. Se denomina a la concha puntuada si los presenta, e impuntuada si carece de ellos.

En los articulados existe un tercer tipo: la concha pseudo-puntuada, en la que la capa prismática está atravesada por varillas cilíndricas de calcita (taleolos), que posiblemente sirven para adherir el manto (figura 9.5).



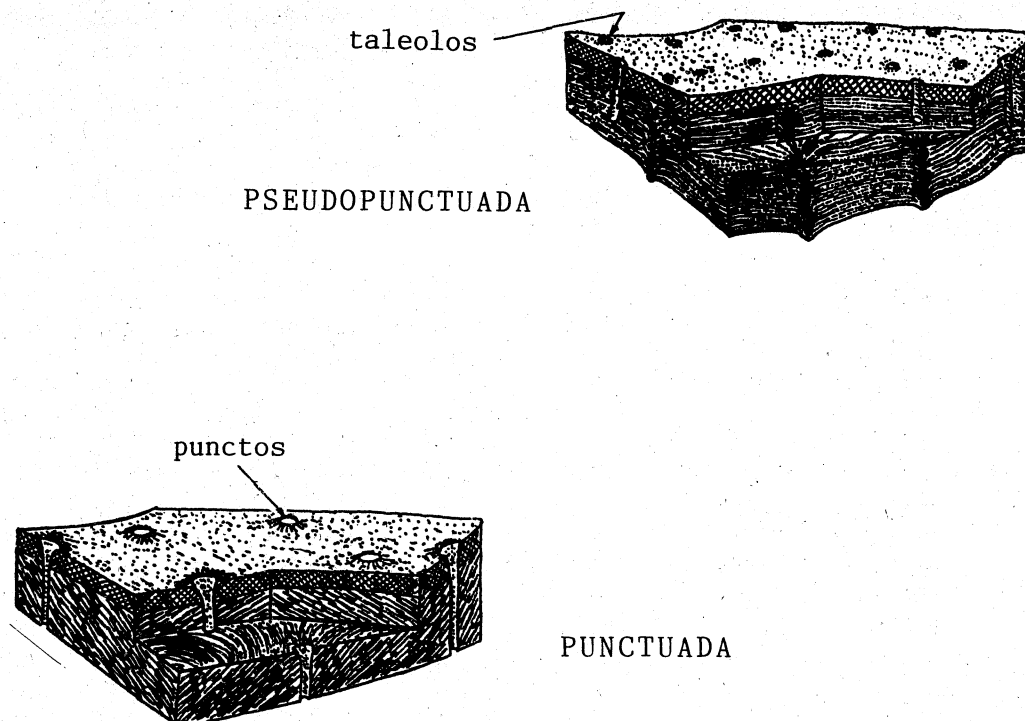


Figura 9.5 SECCION TRANSVERSAL DE LA CONCHA

CLASIFICACION.

Clase INARTICULATA. Cámbrico Inferior-Reciente

Orden LINGULIDA. Cámbrico Inferior-Reciente

Orden ACROTRETIDA. Cámbrico Inferior-Reciente

Orden OBOLELLIDA. Cámbrico Inferior-Cámbrico Medio

Orden PATERINIDA. Cámbrico Inferior-Ordovícico Medio

Clase ARTICULATA. Cámbrico Inferior-Reciente

Orden ORTHIDA. Cámbrico Inferior-Pérmico Superior

Orden STROPHOMENIDA. Ordovícico Inferior-Jurásico Inferior

Orden PENTAMERIDA. Cámbrico Medio-Devónico Superior

Orden RHYNCHONELLIDA. Ordovícico Medio-Reciente

Orden SPIRIFERIDA. Ordovícico Medio-Jurásico

Orden TEREBRATULLIDA. Devónico Inferior-Reciente

Los braquiópodos inarticulados se caracterizan porque la concha es de composición quitinofosfática, rara vez calcárea. Carecen de nototirium y deltirium, de dientes y fose-tas; las valvas están sostenidas por numerosos músculos.

El aparato digestivo tiene ano; el lofóforo no está sosteni-do por un aparato esquelético.

Esta clase es la más primitiva por la composición quitino-fosfática de la concha.

Orden LINGULIDA. Cámbrico Inferior-Reciente

Los lingúlidos no presentan foramen para la salida del pedúnculo. Las valvas son de composición quitinofosfática. Como ejemplo genérico se menciona a *Lingula* que ha existido desde el Ordovícico hasta el Reciente. La concha es aplanada en forma de lengua, cuyo pedúnculo mide varias veces la longitud del cuerpo.

Lingula se considera como un "fósil viviente" o reliquia, pues su morfología y modo de vida no ha cambiado a través del tiempo; viven en fondos marinos, someros, lodosos o en fondos arenosos, cercanos a la desembocadura de los ríos.

Orden ACROTRETIDA. Cámbrico Inferior-Reciente

Las conchas son quitinofosfáticas y presentan orificios para la salida del pedúnculo. El orden comprende generalmen-te conchas muy pequeñas, circulares o cónicas, ya sean las dos valvas cónicas o una cónica y la otra plana, con el contorno casi siempre circular. Un ejemplo es *Acrotelle*.

Orden OBOLELLIDA. Cámbrico Inferior-Cámbrico Medio

Las valvas son fosfáticas pequeñas, aproximadamente de medio centímetro de diámetro, circulares y planas. *Obolus* es índice del Cámbrico.

Orden PATERINIDA. Cámbrico Inferior-Ordovícico Medio

Las conchas son de naturaleza fosfática, redondas o elípti-cas, con crecimiento holoperiférico. La valva peduncular es convexa o hemicónica. *Paterina* es índice del Cámbrico.

En los braquiópodos articulados la concha es de carbonato de calcio y las valvas están unidas por una charnela formada por dos dientes en la valva peduncular y dos fosetas en la valva braquial. La valva peduncular tiene crecimiento mixo-periférico; la valva braquial lo tiene excepcionalmente, aunque por lo general presenta crecimiento hemiperiférico. El margen próximo al umbón es el posterior, el opuesto es el anterior o frontal y los laterales se encuentran entre ambos.

La parte posterior al umbón es una plataforma llamada interárea o área cardinal que se extiende del ápice a la línea de la charnela y limita una cavidad. En el centro de la interárea se encuentra un espacio triangular que al principio del desarrollo está vacío; existió en las dos valvas y se denomina deltirium en la apendicular, y nototirium en la braquial.

A medida que crece el organismo, el espacio se cierra por una placa o deltidium, o por varias placas deltidiales. La valva peduncular no se cierra completamente y por ahí sale el pedúnculo; en ella se encuentran los dientes a lo largo de la línea de la charnela, la cual puede ser ancha, recta o curva. Los dientes, que son dos, están a los lados del deltidium sostenidos por una lámina calcárea que va hasta el fondo de la valva dejando un hueco central, llamado cavidad deltidial. La mayoría de las valvas tienen en el centro otra lámina que sale desde el pico de la valva y se llama septo medio.

La valva braquial presenta en la charnela, a los lados del nototirium, dos fosetas donde entran los dientes de la valva opuesta; cuando en esta valva existe área cardinal, a la abertura se le llama nototirium y a las placas que la cierran, quilidium si es una o quilidiales si son dos. A partir del ápice se desarrolla una placa media con un ensanchamiento en el extremo que en su conjunto constituye el proceso cardinal, donde se implantan los músculos. La línea anterior que une a las dos valvas es la comisura.

Los músculos son menos numerosos que en los inarticulados por la presencia de la charnela. En la valva peduncular hay tres clases distintas de músculos: el par de marcas más externo es el de los ajustores o pedunculares que mueven y sostienen el pedúnculo; enseguida dos marcas grandes corresponden a los músculos diductores que abren las valvas y en el centro dos marcas que son las de los aductores que cierran las valvas.

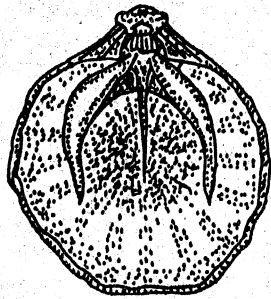
Otra estructura que presentan los articulados es el lofóforo, que está formado por dos apéndices largos y delgados con tentáculos ciliados; en su parte media existe un canal en donde se acumulan partículas alimenticias que llegan a la boca. El lofóforo tiene función digestiva y posiblemente respiratoria; además, está sostenido por un aparato esquelético o braquidio que se conserva fósil y es variable en su forma.

El aparato más sencillo corresponde a un lofóforo pequeño, llamado braquióforo, formado por dos laminillas que se encuentran en el extremo posterior del centro de la cavidad umbonal y alcanzan distintas dimensiones.

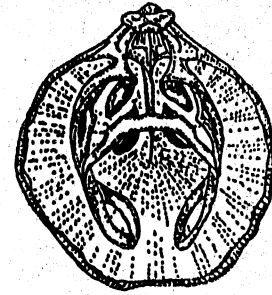
Otro tipo de braquidio es el cruralium, formado por dos láminas un poco más desarrolladas que las anteriores, las cuales terminan en dos espinas crurales a veces unidas entre sí por una barra llamada yugo. El espiralium consiste en dos ramas más largas y enrolladas en espiral, que llenan la cavidad paleal; el enrollamiento toma forma cónica y varía en su posición. El lazo tiene también dos ramas, pero no enrolladas en espiral sino que dan vuelta y se unen en el centro (figura 9.6).

En los braquiópodos existe el fenómeno de homomorfía, que consiste en que géneros diferentes tienen apariencia semejante en la forma de la concha y pueden confundirse.

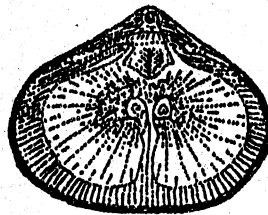
Para la clasificación es indispensable, de ser posible, conocer las estructuras internas de la concha.



braquióforo



lazo



espiralium

Figura 9.6 DIFERENTES TIPOS DE BRAQUIDIO

Orden ORTHIDA. Cámbrico Inferior-Pérmico

Comprende conchas generalmente biconvexas, subcirculares; la línea cardinal es ancha, las valvas presentan interárea desarrollada y braquióforo; la impresión de los músculos es profunda. En la parte externa de la concha se observan costillas radiales. Algunos ejemplos son *Hebertella*, *Platystrophia*, *Schizophoria* y *Dalmanella*.

Orden PENTAMERIDA. Cámbrico-Devónico

Las conchas son impunctuadas, generalmente biconvexas, grandes, alargadas en sentido anteroposterior; la línea cardinal es corta; el deltidium y nototirium siempre están abiertos.

Presentan cruralium y las distingue sobre todo una estructura de la valva peduncular llamada espóndilo, en la cual el deltidium está constituido por láminas dentales que se unen en el centro, se fusionan con el septo medio y se forman cinco cavidades. Se cree que da resistencia a la concha, separa a los músculos entre sí, aumenta la superficie de implantación y además separa las vísceras de los músculos. Ejemplos. *Pentamerus* y *Conchidium*.

Orden STROPHOMENIDA. Ordovícico Inferior-Jurásico Inferior

Las conchas son cóncavo-convexas, pseudopuntuadas; la línea de la charnela es larga; presentan o no interárea, pedúnculo o espinas de sostén. Los estrofoménidos son importantes en la estratigrafía del Paleozoico. Entre los géneros fósiles se encuentran: *Strophonema*, *Rafinesquina*, *Productus*, *Dictyoclostus*.

Orden RHYNCHONELLIDA. Ordovícico Medio-Reciente

Las conchas son pequeñas, redondas, biconvexas, impuntuadas, aunque existe un pequeño grupo de puntuadas; el margen posterior es truncado, la línea de la charnela es muy corta. La interárea sólo se encuentra en la valva peduncular y es muy pequeña. La región umbonal ocasionalmente se prolonga en un rostro. La parte externa de la concha presenta costillas radiales y pliegues pronunciados. Existen desde el Ordovícico y son muy importantes en la estratigrafía del Paleozoico y Mesozoico.

Orden SPIRIPHERIDA. Ordovícico Medio-Jurásico

Las conchas son biconvexas e impuntuadas, más anchas que altas, por lo tanto la línea cardinal es ancha. La interárea está desarrollada con deltidium en la valva peduncular. La valva braquial carece de interárea y presenta una ornamentación radial notable, tiene braquidio en espiral. Son abundantes e importantes en el Paleozoico Inferior y Superior. Como ejemplos se tiene a los géneros *Spirifer*, *Mucrospirifer* y *Neospirifer*.

Orden TEREBRATULIDA. Silúrico-Reciente

Las conchas son biconvexas, generalmente grandes, alargadas, de forma oval; con estructura puntuada y la superficie lisa. La línea cardinal es pequeña; la interárea en la valva peduncular, únicamente con un deltidium; el foramen es grande, circular u oval. El braquidio tiene forma de lazo.

Los terebratúlidos tienen el mayor número de representantes actuales. En el Mesozoico son buenos índices estratigráficos.

Los braquiópodos son marinos, bentónicos; la mayoría fijos al fondo por un pedúnculo y algunos por espinas. Viven en diferentes profundidades, pero sobre todo en la zona nerítica. Los inarticulados tienen preferencia por medios someros, no mayores de 100 m y habitan generalmente en lugares cálidos de agua salobre, como en la desembocadura de los ríos o en los estuarios. Son animales cavadores en medios principalmente arcillosos, donde se fijan por el pedúnculo, como es el caso de *Lingula*.

Los articulados se desarrollan mejor en agua fría y viven en medios tranquilos, entre los 27 y 50 m de profundidad, lo cual les permite su fijación al sustrato. Sin embargo hay especies que prefieren las zonas rocosas de las costas.

HISTORIA GEOLOGICA EN MEXICO

En México el registro fósil del grupo comienza en el Cámbrico Inferior con la aparición de los braquiópodos inarticulados como *Obolella* y *Lingulella* en la Formación Puerto Blanco, localizada en Caborca, Sonora. De la misma región se citan del Cámbrico Medio de las formaciones Arrojos y el Tren: *Diraphora*, *Micromitra*, *Pegmatreta*, *Acrothele*, *Dictyonina* y *Nisusia*. En las calizas de la Formación Balsa (Cámbrico Medio) que se localiza en la Sierra de Cobachi, Sonora, se encuentran braquiópodos del género *Atrypa*.

De la región central de Chihuahua se reportan varias unidades con braquiópodos, entre ellas la Formación Sóstenes (Ordovícico Inferior-Superior?) con los géneros: *Hesperorthis*, *Orthambonites*, *Hesperonomia*, *Lingula*, *Macrocoelia* y *Multi-*

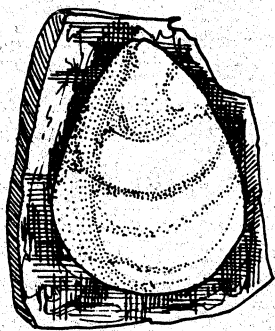
costella. Al oeste de la mina Plomosas en afloramientos de caliza limosa y lutita se colectaron los braquiópodos *Acrospirifer*, *Leptocoelia* y *Meristella*.

En el estado de Tamaulipas existen rocas de la Formación Calizas Victoria del Ordovícico con *Rafinesquina trentonensis*, de la Formación Cañón de Caballeros (Silúrico) con *Rhynchotre-ta*, *Resserella*, *Eospirifer* y *Leptaena* y de la Formación La Yerba (Devónico) con orthidos.

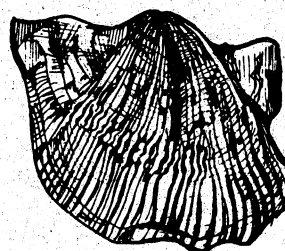
En la región sureste del país, en Santiago Ixtaltepec se hallan rocas del Cámbrico-Ordovícico (Tremadociano) de la Formación Tiñú, donde son abundantes los braquiópodos inarticulados (*Obolus*, *Dicellomus* y *Lingulella*) y rocas de la Formación Ixtaltepec con *Spirifer*, *Sinuatella*, *Orbiculoidea*, *Rugosochonetes* y *Echinaria*. De la región de Olinálá, en el estado de Guerrero se citan de la Formación del mismo nombre braquiópodos pérmicos (*Dictyoclostus*, *Wellerella*, *Canocrinella* y *Composita*).

En el Antimonio al oeste del estado de Sonora, existen numerosas localidades pérmicas con una fauna muy variada entre la que hay numerosos braquiópodos de los géneros: *Orbiculoidea*, *Derbyia*, *Streptorhynchus*, *Marginifera*, *Chonetes*, *Heteralosia*, *Canocrinella*, *Anidanthus*, *Dictyoclostus*, *Muiwoodia*, *Liosotella*, *Rhynchopora*, *Wellerella*, *Composita*, *Spiriferella*, *Punctospirifer* y *Heterelasma*.

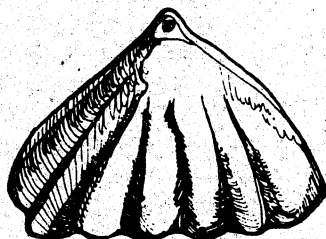
En el Mesozoico son escasas las localidades descritas hasta ahora con braquiópodos, sin embargo existen en el Jurásico Superior de Sierra Catorce, San Luis Potosí, articulados rhynchonellidos de la especie *Septaliphoria potosina* y terebratúlidos no descritos; de Petlalcingo-Acatlán, Puebla se reporta *Rhynchonella arellanoi*; de la región de Tlaxiaco, Oaxaca al terebratúlido *Parathyridina mexicana* y de la Venta, Chiapas a *Sillithyris subsella* (figura 9.7).



Lingulella displosa del Ordovícico
de Las Salinas, Oaxaca.

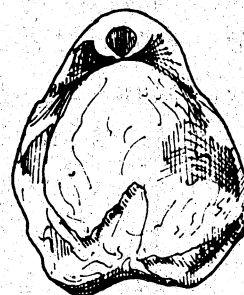


Sinuatella sp. del Paleozoico
Superior de Ixtaltepec, Oaxaca.



Septaliphoria potosina del Jurásico
Superior de Catorce, San Luis Potosí.

Sellithyris subsella del Jurásico
Superior de Cintalapa, Chiapas.



BORDE ANTERIOR. Margen anterior de la concha, a lo largo del cual se abren las valvas.

BRAQUIDIO. Soporte calcáreo del lofóforo en algunos grupos de braquiópodos articulados. Generalmente tiene forma de lazo o de espiral

CRURAS. Un braquidio con dos láminas cortas calcáreas.

DELTIDIUM. Placa simple que obtura el deltirium, excepto el orificio peduncular.

DELTIRIUM. Abertura triangular a lo largo de la línea cardinal de la valva peduncular por la que sale el pedúnculo.

DIENTE. Una o dos protuberancias en la línea cardinal de la valva peduncular.

ESPONDILO. Placa de la valva peduncular, en forma de V, a la que se unen los músculos.

FORAMEN. Orificio circular en la región umbonal de la valva peduncular, por donde sale el pedúnculo.

IMPRESIONES MUSCULARES. Cicatrices en el interior de las valvas que señalan las zonas de inserción de los músculos aductores, diductores y pedunculares.

LINEA CARDINAL. Zona de articulación entre las valvas a lo largo del borde posterior de la concha.

LOFOFORO. Estructura para la alimentación que consiste en un par de lóbulos acanalados o brazos (braquias) orlados de tentáculos ciliados.

MANTO. Dos extensiones de la pared del cuerpo que encierran a las vísceras y secretan las valvas.

MUSCULOS ADJUSTORES O PEDUNCULARES. Músculos que fijan y mueven al pedúnculo.

MUSCULOS ADUCTORES. Músculos que al contraerse cierran las valvas. Dejan un par de cicatrices en la valva peduncular y dos pares en la braquial.

MUSCULOS DIDUCTORES. Músculos que al contraerse abren las valvas. Hay dos pares que cruzan desde la valva peduncular hasta el proceso de la valva braquial.

NOTOTIRIUM. Abertura triangular en la región umbonal de la valva braquial

ORIFICIO DEL PEDUNCULO. Abertura de la valva peduncular o entre las dos valvas, por la que pasa el pedúnculo.

PEDUNCULO. Estructura muscular por medio de la cual, los braquiópodos se fijan al sustrato.

PLACAS DELTIDIALES. Dos placas que cierran parcial o totalmente el deltidium.

PLACAS DENTALES. Placas que sobresalen de la valva peduncular y que soportan los dientes.

PROCESO CARDINAL. Prolongación nudosa de la línea cardinal, donde se insertan los músculos diductores.

QUILIDIUM. Placa que cierra el nototirium.

SURCO. Entrante de la región anterior de una valva, opuesta a un pliegue complementario en la otra.

UMBON. Parte redondeada de cada valva en su extremo posterior.

VALVA BRAQUIAL. Valva dorsal a la que se unen el braquidio o el lofóforo; es generalmente la más pequeña.

VALVA PEDUNCULAR. Valva ventral a la que está unido el pedúnculo.

- ALENCASTER, GLORIA, 1977, *Moluscos y Braquiópodos del Jurásico Superior de Chiapas*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Rev. Bol. 1, no. 2, p. 151-166.
- _____ y BUITRON, B.E., 1965, *Fauna del Jurásico Superior de la región de Petlalcingo, Estado de Puebla*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. de Geología, Paleontología Mexicana no. 21, 53 p., 14 láms.
- AMSDEN, T.W., 1949, *Stratigraphy and Paleontology of the Brownsport formation (Silurian) of western Tennessee*. Peabody Mus. Nat. History Bull. 5, p. 1-134, láms. 1-34.
- BELL, W.C., 1941, *Cambrian brachiopods from Montana*. Jour. Paleontology, vol. 15, p. 193-255, láms. 28-37.
- BUITRON, B.E. y RIVERA, E., 1984, *Lingúlidos (Brachiopoda-Inarticulata) del Ordovícico de Oaxaca, México*. Mem. III Congr. Latinoamericano de Paleontología, p. 54-61.
- BURCKMAN, S.S., 1917, *The Brachiopoda of the Namyian beds, northern Shan States, Burma*. Geol. Survey India Mem. Paleontologia Indica, n.s., vol. 3, Mem 2, p. 1-254, láms. 1-21.
- CHAO, Y.T., 1927-28, *Productidae of China*. Geol. Survey, Palaeontologia Sinica, ser. B., vol. 5, fasc. 2, p. 1-244, láms. 1-16; fasc. 3, p. 1-81, láms. 1-6.
- CLOUD, P.E., 1941, *Homeomorphy, and a remarkable illustration*. Am. Jour. Sci., vol. 239, p. 899-904, lám. 1.
- _____, 1942, *Terebratuloid Brachiopoda of the Silurian and Devonian*. Geol. Soc. America Spec. Paper 38, p. 1-182, láms. 1-26.
- COOPER, G.A., 1930, *The brachiopod genus Pionodema and its homeomorphs*. Jour. paleontology, vol. 4, p. 369-382, láms. 35-37.
- _____, 1937, *Brachiopod ecology and paleontology*. Nat. Research Council Rept. Comm. on Paleoecology, 1936-1937, p. 26-53.
- _____, 1944, *Phylum Brachiopoda*. In Shimer, H.W., y Shrock, R.R., *Index Fossils of North America*. Wiley, New York, p. 277-365, láms. 105-143.
- COOPER, G.A., DUMBAR, C.O., DUNCAN, H., MILLER, A.K. y KNIGHT, J.B., 1954, *Geología y Paleontología de la región de Caborca, Norponiente de Sonora, Pt. 1, Paleontología y Estratigrafía del Cámbrico de Caborca*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. de Geología, Bol. 58, p. 99-219.
- CRICKMAY, C.H., 1933, *Attempt to zone the American Jurassic on the basis of its brachiopods*. Geol. Soc. America Bull., vol. 44, p. 877-893, láms. 19-22.

HALL, J. 1879, *Fauna of the Niagara group in central Indiana*. New York State Mus. Ann. Rept. 28, p. 99-203, láms. 3-34.

_____ y CLARKE, J.M., 1892-1894, *An introduction to the study of the genera of Paleozoic Brachiopoda*. New York Geol. Survey, Paleontology, vol. 8, pt. 1, p. 1-367, 40 láms., figs. 1-39; pt. 2, p. 1-394, láms. 21-84, figs. 40-251.

_____, 1892-1894, *An introduction to the study of the Brachiopoda*. New York State Geol. Ann. Rept. 11, p. 133-300, láms. 1-2, figs. 1-286, *Ibid*, New York State Mus. Ann. Rept. 45, p. 449-616; Ann. Rept. 13, p. 749-1015, láms. 23-54, figs. 287-669; *Ibid*, Ann. Rept. 47, p. 945-1137, illus.

KING, R.E., 1931, *Permian fauna of the Glass Mountains*. Texas Univ., Bull. 3042, p. 1-245, láms. 1-44.

KING, R.H., 1938, *New Chonetidae and Productidae from Pennsylvanian and Permian strata of northcentral Texas*. Jour. Paleontology, vol. 12, p. 257-279, láms. 36-39.

_____, 1939, *Geological Reconnaissance in Northern Sierra Madre Occidental of Mexico*. Bull. Geol. Soc. America, v. 50, p. 1622-1722.

MUIR-WOOD, H.M., 1928, *The British Carboniferous Producti II-Productus (sensu stricto) and longispinus groups*. Great Britain Geol. Survey Mem., Palaeontology, vol. 3, pt. 1, p. 1-217, láms. 1-12, figs. 1-35.

OCHOTERENA, F.H., 1960, *Variación intraespecífica en Parathyridina mexicana n. sp. Terebratulido del Oxfordiano de México*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana núm. 9, 40 p., 4 láms.

RIVERA, C.E., HERNANDEZ, A. y BUITRON, B.E., 1984, *Septaliphoria potosina n sp., (Brachiopoda-Rhynchonellida) del Jurásico Tardío de la Sierra de San Luis Potosí, México*. III Congr. Latin. de Paleontología, Memoria, p. 216-224, Oaxtepec, Morelos.

SAHNI, M.R., 1929, *A monograph of the Terebratulidae of The British chalk*. Palaeont. Soc. Mon. 1927, p. 1-62, láms. 1-10.

SCHUCHERT, C. 1897, *A synopsis of American fossils Brachiopoda*. United States Geol. Survey Bull. 87, p. 1-464.

_____ y LEVENE, C.M., 1929, *Brachiopoda*. Fossilium Catalogus, pars. 42, p. 1-140.

_____ y COOPER, G.A., 1932, *Brachiopod genera of the suborders Orthoidea and Pentameroidea*. Peabody Mus. Nat. History Mon. 4, pt. 1, p. 1-270, láms. 1-29, figs. 1-36.

- SUTTON, A.H., 1938, *Taxonomy of the Missisipian Productidae*. Jour. Paleontology, vol. 12, p. 537-569, láms. 62-66.
- THOMPSON, J.A., 1927, *Brachiopod morphology and genera (Recent and Tertiary)*. New Zealand Board Sci. and Art (Wellington, N.Z.) Manual 7, p. 1-338, láms. 1-2, figs. 1-103.
- WALCOTT, C.D., 1912, *Cambrian Brachiopoda*. United States Geol. Survey Mon. 51, p. 1-872, láms. 1-104.

CAPITULO 10 PHYLUM MOLLUSCA

Los moluscos constituyen un filo muy numeroso y diversificado, entre ellos son conocidos los bivalvos, gasterópodos y cefalópodos. Todos presentan la misma organización morfológica, con algunas variaciones. El nombre del grupo se refiere a la presencia de un cuerpo blando no segmentado con simetría bilateral, que en los gasterópodos se pierde pues experimentan una torsión del cuerpo de 180° .

Se consideran como invertebrados avanzados, pues tienen un sistema circulatorio, respiratorio y nervioso más complicado que en otros grupos. En general el cuerpo está dividido en cabeza, masa visceral, manto y pie. La cabeza, excepto en los bivalvos y escafópodos, está bien desarrollada y tiene los órganos sensoriales principales, entre ellos tentáculos táctiles, ojos u ocelos y osfradio.

La masa visceral está representada por los aparatos: digestivo, circulatorio, excretor y respiratorio. Cubriendo a las vísceras existe un tegumento blando que forma un repliegue o manto. El pie es un órgano muscular, ventral, por medio del cual realizan su traslación, que en los cefalópodos se transforma en tentáculos y en los pterópodos, en dos lóbulos natatorios.

Una estructura de importancia paleontológica que poseen la gran mayoría de los moluscos es la concha que protege al cuerpo y es secretada por el manto.

La concha es una estructura calcificada, formada por aragonita o calcita. Su morfología es variable, pues las hay univalvas, bivalvas, simples o enrolladas en espiral, con una diversidad de estructuras ornamentales como costillas, líneas de crecimiento, quillas, nódulos, perforaciones y espinas (figura 10.1).

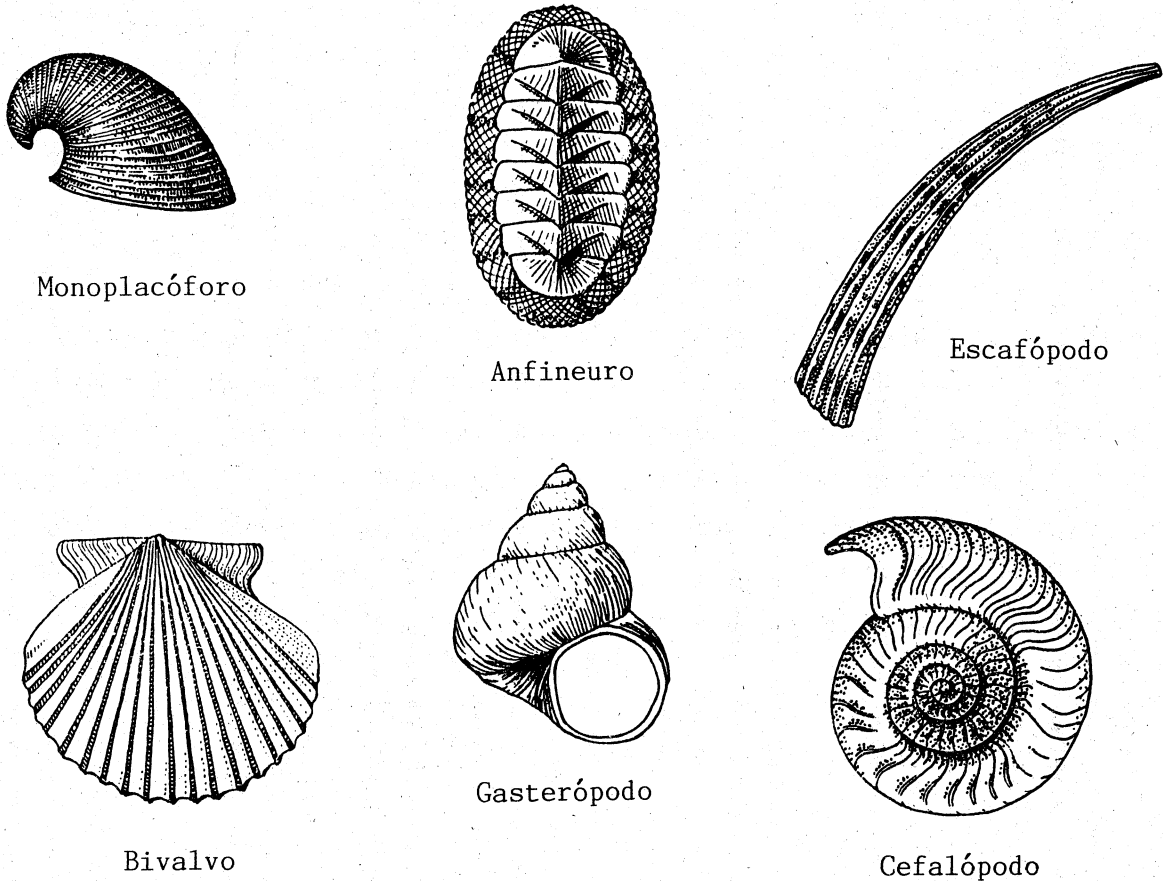


Figura 10.1 DIFERENTES CLASES DE MOLUSCOS

En la concha se pueden distinguir tres capas, la externa o periostraco de naturaleza orgánica, donde hay coloraciones, no se conserva en los fósiles; el ostraco o capa intermedia, y la interna o hipostraco que es calcárea. Es común en los moluscos, que el hipostraco tenga una sustancia orgánica llamada conquiolina que, combinada con la aragonita laminar, da una apariencia nacarada.

La reproducción de los moluscos es sexual y presenta las mismas etapas de desarrollo embrionario, a través de larvas trocófora y veliger.

Los moluscos son habitantes de los mares, ríos, lagos y continentes. La distribución de los marinos está relacionada con la variación de la temperatura, salinidad y pH del agua, pero la gran mayoría vive a poca profundidad.

CLASIFICACION

Clase MONOPLACOPHORA. Cámbrico Inferior-Reciente

Clase AMPHINEURA. Cámbrico Superior-Reciente

Clase SCAPHOPODA. ?Ordovícico, Devónico-Reciente

Clase BIVALVIA, LAMELLIBRANCHIA O PELECYPODA. Cámbrico Medio-Reciente

Clase GASTROPODA. Cámbrico Inferior-Reciente

Clase CEPHALOPODA. Cámbrico-Reciente

Clase MONOPLACOPHORA. Cámbrico Inferior-Reciente

Es un grupo pequeño e importante porque es la clave en la filogenia de los moluscos, pues se cree que estos animales descienden de los anélidos. Se conocían unas conchas fósiles de una sola pieza y de unos cuantos milímetros, con muchas impresiones musculares y no se sabía a qué grupo pertenecían, hasta que se encontraron los organismos recientes en el océano Pacífico, enfrente de Chile a profundidades de 4,000 a 5,000 metros (zona abisal).

Presentan simetría bilateral, cuerpo alargado, boca en la parte anterior y el ano en la posterior. La parte ventral tiene un pie musculoso y metámeras, con órganos repetidos, pues hay en cada una, nefridios, nervios y branquias.

El cuerpo está cubierto dorsalmente por una concha convexa, formada por una sola pieza.

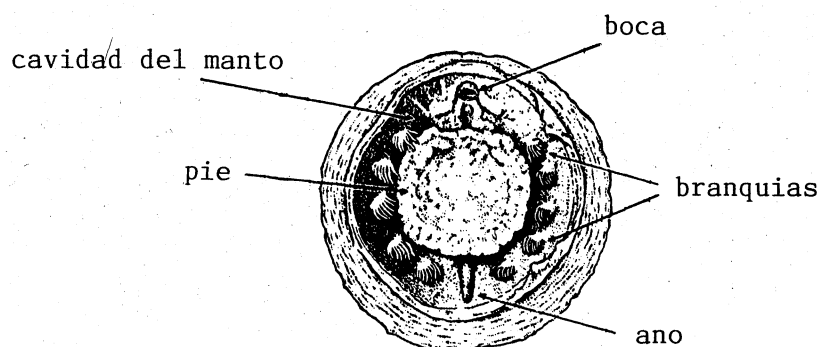


Figura 10.2 MORFOLOGIA DE UN MONOPLACOFORO

CLASIFICACION

Orden TRYBLIDIOIDEA. Cámbrico Inferior-Reciente

Orden ARCHINACELLOIDEA. Cámbrico Superior-Silúrico Inferior

Orden CAMBRIDIOIDEA. Cámbrico Inferior-Cámbrico Medio

Orden TRYBLIDIOIDEA. Cámbrico Inferior-Reciente

Los triblidioides se caracterizan porque la concha presenta simetría bilateral. En los fósiles se supone que la bilateralidad estaba implícita en el cuerpo. La concha es cónica de contorno oval y muestra cicatrices simétricas de cinco a ocho pares de músculos dorsales. Un fósil del Cámbrico Superior es *Palaeacmaea* y uno del Reciente es *Neopilina*.

Orden ARCHINACELLOIDEA. Cámbrico Superior-Silúrico Inferior

Los representantes del orden tienen la concha de forma variable, generalmente cónica con el ápice anterior ligera-

mente curvado; las cicatrices musculares están en forma de anillo. *Archinacella* es un género característico del orden.

175

?Orden CAMBRIDIOIDEA. Cámbrico Inferior-Cámbrico Medio

Los cambridioideos son organismos de conchas alargadas terminadas en punta. Algunos son asimétricos. De Asia se reporta a *Cambridium* del Cámbrico Inferior.

Clase AMPHINEURA. Cámbrico Superior-Reciente

Los anfineuros presentan el cuerpo alargado, desnudo o cubierto por ocho placas. El pie es ancho y la cabeza reducida. Tienen las branquias posteriores.

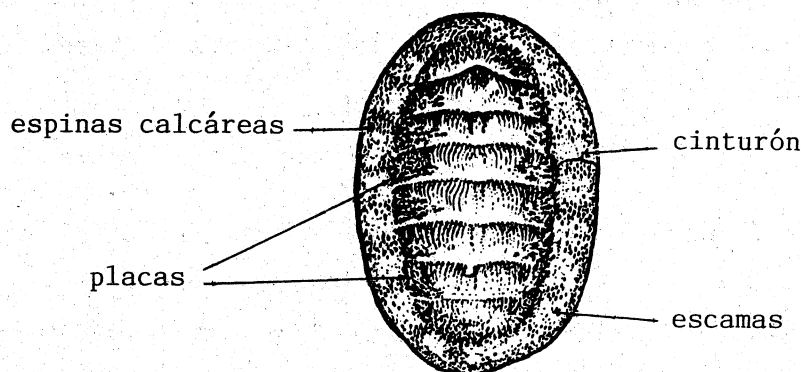


Figura 10.3 MORFOLOGIA DE UN ANFINEURO

CLASIFICACION

Subclase POLYPLACOPHORA. Cámbrico Superior-Reciente

Orden PALEOLORICATA. Cámbrico Superior-Cretácico Superior

Orden NEOLORICATA. Carbonífero-Reciente

Subclase APLACOPHORA. Reciente

Subclase POLYPLACOPHORA. Cámbrico Superior-Reciente

Los poliplacóforos se conocen comúnmente como quitones, viven fijos en la zona litoral. Están cubiertos por una concha elíptica que mide de 5 a 10 cm, formada por ocho piezas; alrededor de ella en la región dorsal hay un espacio descubierto donde se encuentra una estructura del manto con espículas calcáreas llamada cinturón o faja.

En la región ventral está el pie que es una estructura muscular fuerte, la masa visceral es dorsal. El tubo digestivo se localiza entre la región anterior y la posterior, es recto y presenta en la boca una rádula. En el extremo posterior se encuentran las branquias que, en algunos géneros, están formadas por un par, o incluso aun por 40 pares y se extienden hacia adelante. Las placas pueden enrollarse. En los fósiles se conocen las piezas aisladas desde el Ordovícico, y no tienen importancia estratigráfica. Un género característico es *Chiton*.

Orden PALEOLORICATA. Cámbrico Superior-Cretácico Superior

El orden se caracteriza porque las placas calcáreas son delgadas, sin inserción y láminas suturales. Se consideran como quitones primitivos. *Gotlandochiton* se describe del Silúrico.

Orden NEOLORICATA. Carbonífero-Reciente

Los neoloricatos son quitones avanzados en la constitución de las placas calcáreas; tienen imbricación y láminas suturales. Numerosas especies del género *Ischnochiton* se describen del Terciario y Cuaternario del mundo.

Subclase APLACOPHORA. Reciente

Los aplacóforos son vermiformes, sin concha pero con espículas en el manto. Viven en fondos arenosos marinos a diferentes profundidades.

Clase SCAPHOPODA. Ordovícico-Reciente

Son marinos, viven sumergidos en la arena, enterrados, carecen de branquias y tienen un pie que sale por la región

anterior que es el extremo más ancho; la boca está rodeada de palpos, tienen cavidad paleal. El tubo digestivo no es recto y tiene un doblez. La concha es secretada por el manto y es un tubo ligeramente curvo que constituye una pieza con los dos extremos abiertos, el anterior es más amplio que el posterior. Se conocen desde el Ordovícico, son abundantes en el Cenozoico y presentan semejanza con los actuales.

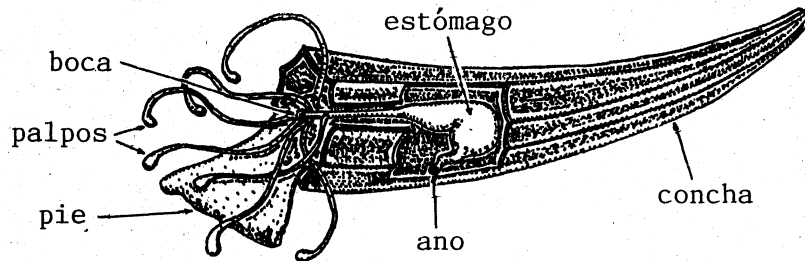


Figura 10.4 MORFOLOGIA DE UN ESCAFÓPODO

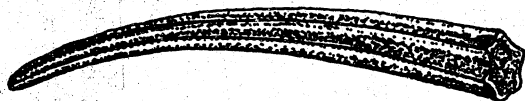
HISTORIA GEOLOGICA EN MEXICO

Los representantes fósiles de los escafópodos son escasos en México, entre las localidades que los contienen se citan la Formación Santa Clara del Triásico de Sonora con *Dentalium*. En el Cretácico se reporta *Dentalium* del área de Izúcar de Matamoros en el estado de Puebla.

En el Terciario son más abundantes y se colectan en la Formación Agueguexquite, Veracruz, las especies *Cadulus* (*Gadila*) *playagrandensis*, *Dentalium* *rimosum*, *D. praecursor*, *D. (Tesseracme) mexicanum*, *Fustiaria* (*Laevidentalium*) cf. *F. perlongum*, *F. (L.) hayense* y del Cuaternario de Baja California a *Dentalium neohehexagonum* (figura 10.5).



Dentalium sp. del
Triásico de Sonora.



Dentalium neohexagonum
del Cuaternario de Baja
California.

Figura 10.5 ESCAFOPODOS DE MEXICO

Clase BIVALVIA. Cámbrico Medio-Reciente

Los bivalvos se conocen también como pelecípodos, pues poseen el pie en forma de hacha, o como lamelibranquios por sus branquias laminares. Son importantes en paleontología ya que se utilizan como indicadores estratigráficos y paleoecológicos. Asimismo, las formas recientes tienen importancia en la economía pues la mayoría son comestibles y algunas productoras de perlas.

Estos organismos acuáticos, marinos bentónicos y de agua dulce, viven fijos al sustrato por medio de secreciones calcáreas (ostiones) o córneas (mejillones). Otros perforan madera y roca, o se entierran en la arena; algunos son nadadores como *Pecten*.

La concha generalmente es macroscópica y está formada por dos piezas valvares iguales de naturaleza calcárea, unidas dorsalmente por un ligamento córneo y elástico. La concha es secretada por el manto que es un tejido que forma dos pliegues. En la concha se distinguen cuatro partes: la anterior donde se encuentra la boca, la ventral con el pie, la posterior donde se halla la abertura anal y la dorsal con la charnela y el umbón.

En el interior de la concha y en posición dorsal se observa el aparato digestivo, compuesto por la boca sin rádula y rodeada de palpos; el esófago ciliado, el estómago y el intestino que termina en el ano. El sistema circulatorio consta de un corazón dorsal con vasos que irrigan a las glándulas. El sistema nervioso está formado por varios

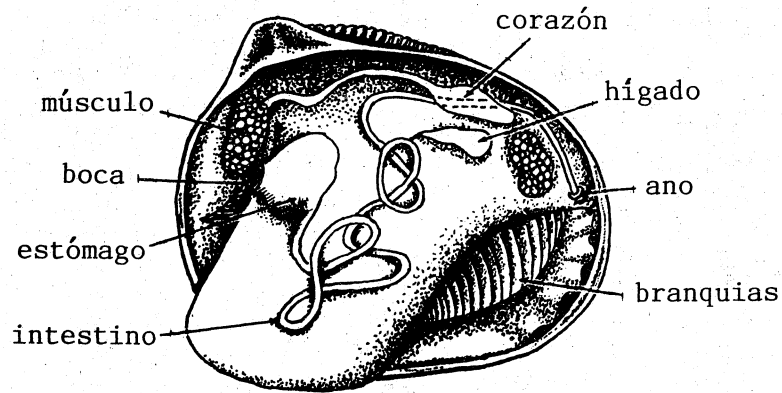


Figura 10.6 ANATOMIA DE UN BIVALVO

Las branquias ocupan la región posterior y, de acuerdo con su morfología, se tienen cuatro tipos diferentes: las proto-branquias son las más primitivas y presentan un par de láminas atravesadas por poros; las filibranquias tienen forma de "W"; las eulamelibranquias conservan la forma anterior, pero las dos ramas se relacionan por conexiones vasculares que le confieren un aspecto de enrejado; y las septibranquias cuyas cavidades están separadas por uno o dos tabiques transversales.

La concha vista exteriormente presenta la región umbonal que termina en un pico, casi siempre doblado o curvo hacia el centro y, por lo general, ligeramente inclinado hacia adelante. Los ápices reciben el nombre de prosogiros; en ocasiones son curvos hacia la región posterior y se llaman opistogiros.

Las dos valvas están unidas por la charnela donde se encuentra una estructura que se denomina ligamento, formado por conquiolina y espículas calcáreas. El ligamento es externo y se localiza arriba de la charnela y detrás del umbón; no se conserva fósil, pero ocasionalmente deja un surco que es el escudo. Cuando el ligamento es posterior al umbón

se llama opistodético; a veces es tanto posterior como anterior y se conoce como duplicelar; en otras ocasiones el ligamento es interno y se llama resilium; en la placa cardinal se encuentra una depresión (resilífero) donde se aloja. Anteriormente al umbón y al escudo se halla un área lisa llamada lúnula.

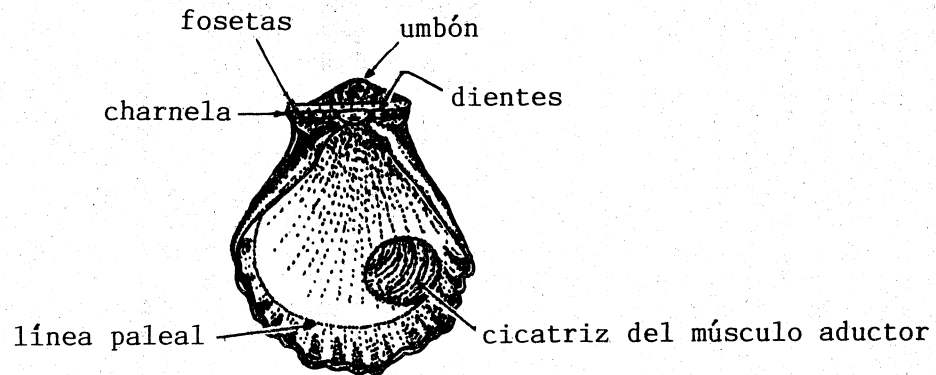


Figura 10.7 MORFOLOGÍA INTERNA DE LA CONCHA

En la superficie externa de las valvas existe una ornamentación variada, ya sea en forma de costillas radiales, pliegues concéntricos, líneas de crecimiento, carinas, tubérculos o espinas. En ocasiones se presentan tanto costillas radiales como líneas concéntricas que dan una apariencia reticulada (figura 10.8).

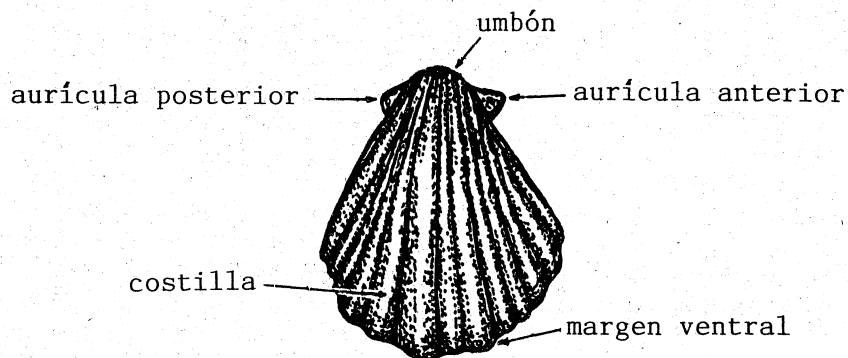


Figura 10.8 MORFOLOGÍA EXTERNA DE LA CONCHA

La concha vista interiormente es cóncava; a los lados de ella se observan una o dos marcas musculares profundas, que corresponden a los músculos aductores, cuya función es la de cerrar las valvas. Cuando los organismos presentan dos músculos se llaman dimiarios y cuando es sólo uno, monomiarios.

Entre los dos músculos se encuentra la línea paleal, que es una marca paralela al margen impresa por el manto; en unos es continua y en otros tiene una entrante o seno paleal en el extremo posterior. Esta estructura, al quedar impresa en las conchas fósiles, indica el grado de desarrollo de los sifones y por consiguiente se deduce que tuvieron hábitos cavadores. Los sifones se forman a expensas del manto; por el sifón inferior inhalan y por el superior exhalan el agua del ambiente (figura 10.9).

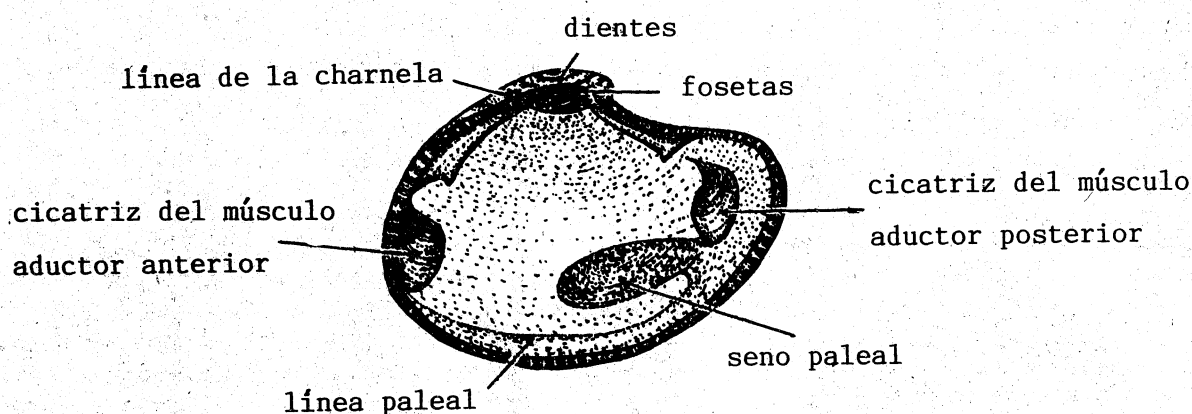


Figura 10.9 ASPECTOS MORFOLOGICOS DE LA CONCHA

La charnela o "bisagra" se encuentra más o menos desarrollada abajo de los umbones, tiene forma de lámina o placa gruesa y cubre parcialmente la cavidad umbonal; ahí se localizan los dientes y las fosetas.

Los dientes se clasifican de la siguiente manera: los cardinales que se encuentran en la parte, central y abajo del umbón; los laterales que están fuera del área umbonal y pueden ser anteriores o posteriores.

Existen diferentes aspectos morfológicos para distinguir a los pelecípodos de los braquiópodos (ambos con dos valvas). Los pelecípodos poseen el plano de simetría que se encuentra a lo largo del cierre de las dos valvas; son equivalvos y la mayoría inequilaterales; tienen ligamento que deja huellas externas; la charnela de las dos valvas presenta indistintamente dientes y fosetas en número variable. La estructura de la concha también es diferente, pues la siguiente capa al periostraco es fibrosa con las fibras alargadas en la dirección del eje cristalográfico; abajo de ella se encuentra una capa nacarada formada por conquitina.

En los braquiópodos las valvas son diferentes, con los lados iguales, de tal manera que el plano de simetría pasa a través de la parte media de la concha; los dientes y el foramen para la salida del pedúnculo se encuentran en la valva peduncular y las fosetas y el braquidio, en la valva braquial. En un corte de la concha se aprecia que la capa primaria está formada por fibras finas normales a la superficie, la capa secundaria se compone de fibras oblicuas a la capa primaria (figura 10.10).

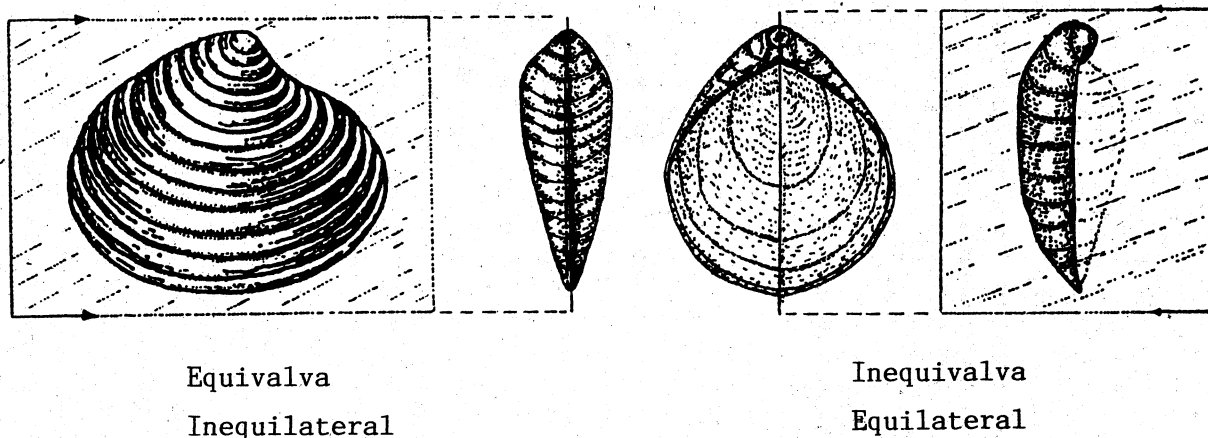


Figura 10.10 DIFERENCIAS ENTRE PELECIPODOS Y BRAQUIOPODOS

La clasificación de los bivalvos se basa principalmente en las características de la charnela (dientes y fosetas), en el ligamento, los músculos y la ornamentación de la concha.

- Subclase PALAEOTAXODONTA. Ordovícico-Reciente
 - Orden NUCULOIDA. Ordovícico-Reciente
- Subclase CRYPTODONTA. ?Cámbrico Superior, Ordovícico Inferior-Reciente
 - Orden SOLEMYOIDA. Devónico-Reciente
 - Orden PRAECARDIOIDA. ?Cámbrico Superior, Ordovícico Inferior-Misisípico Inferior
- Subclase PTERIOMORPHIA. Ordovícico Inferior-Reciente
 - Orden ARCOIDA. Ordovícico Inferior-Reciente
 - Orden MYTILOIDA. Devónico-Reciente
 - Orden PTERIOIDA. Ordovícico-Reciente
- Subclase PALAEOHETERODONTA. Cámbrico Medio-Reciente
 - Orden MODIOMORPHOIDA. Cámbrico Medio-Pérmico Inferior, ?Pérmico Superior
 - Orden UNIONOIDA. ?Devónico Medio, Devónico Superior-Reciente
 - Orden TRIGONIOIDA. ?Devónico Medio, Devónico-Reciente
- Subclase HETERODONTA. Ordovícico Medio-Reciente
 - Orden VENEROIDA. Ordovícico Medio-Reciente
 - Orden MYOIDA. Carbonífero-Reciente
 - Orden HIPPURITOIDA. Jurásico Superior-Cretácico Superior
- Subclase ANOMALODESMATA. ?Ordovícico Inferior, Ordovícico Medio-Reciente
 - Orden PHOLADOMYOIDA. ?Ordovícico Inferior, Ordovícico Medio-Reciente
- Subclase INCIERTA. Ordovícico Medio-Pérmico Superior, ?Triásico Superior
 - Orden CONOCARDIOIDA. Ordovícico Medio-Pérmico Superior, ?Triásico Superior.

Subclase PALAEOTAXODONTA. Ordovícico-Reciente

Son bivalvos primitivos con la charnela muy larga y provista de numerosos dientes similares, separados por fosetas. Presentan dos músculos iguales, protobranquias y ligamento externo que se encuentra a los lados del umbón.

Orden NUCULOIDA. Ordovícico-Reciente

La clase comprende solamente el orden de los nuculoides. Estos organismos son de hábitos epifaunales o infaunales y se alimentan de los detritus orgánicos de los fondos suaves donde viven. Entre los géneros se cuentan: *Nucula*, *Dysodonta*, *Palaeoneilo*, *Acila*, *Yoldia*.

Subclase CRYPTODONTA. ?Cámbrico Superior, Ordovícico Inferior-Reciente

La subclase se caracteriza por su concha delgada, con las valvas generalmente iguales. Presentan la charnela reducida o carecen de ella, aunque la línea cardinal sea amplia. Tienen dos músculos; el ligamento es externo y se sitúa a los lados del umbón (anfidético) o atrás de él (opistodético).

Varias familias vivieron únicamente en el Paleozoico Inferior y Medio; se desconocen sus hábitos, ya que no tienen representantes actuales; aunque algunos autores opinan que cavaban en sustratos lodosos y arenosos.

Orden SOLEMYOIDA. Devónico-Reciente

Los representantes del orden carecen de dientes en la charnela, tienen músculos desiguales y protobranquias. Entre los géneros se cita: *Solemya* que tiene el pie adaptado para cavar en el sustrato.

Orden PRAECARDIOIDA. ?Cámbrico Superior, Ordovícico Inferior-Misisípico Inferior

Las conchas son delgadas, con las impresiones de los músculos iguales; y el ligamento es externo. Carecen de dientes en la charnela. La línea paleal es completa y excepcionalmente algunas formas tienen un seno paleal pequeño. *Praecardium*, *Butovicella* y *Blasta* son géneros de este orden.

Subclase PTERIOMORPHIA. Ordovícico Inferior-Reciente

Los pteriomorfos tienen la concha con la charnela y los dientes reducidos o carecen de ellos. Los músculos aductores son desiguales y a veces presentan sólo uno. El ligamento está compuesto por series de segmentos insertados en surcos estrechos del área charnelar (duplivincular). El manto es libre en sus extremos, estos organismos se fijan por medio de un biso y en las formas especializadas se reducen el músculo anterior aductor y el pie.

La mayoría de los representantes de la subclase se caracterizan por ser sedentarios y vivir sobre el sedimento o fijarse a cualquier sustrato.

Orden ARCOIDA. Ordovícico Inferior-Reciente

Las conchas son de forma trapezoidal o circular, con cicatrices musculares iguales. El área cardinal es aplanada y se sitúa arriba del eje de la charnela. Las formas actuales tienen filibranquias y son sedentarias libres o fijas por un biso.

Los árcidos son muy abundantes y entre ellos se citan: *Arca*, *Barbatia*, *Anadara*, *Cucullaearca*, *Grammatodon*, *Idonearca*, *Glycymeris*.

Orden MYTILOIDA. Devónico-Reciente

Los mytiloides se caracterizan porque las conchas son iguales, pero con los márgenes anterior y posterior muy diferentes. Tienen cicatrices musculares diferentes y el ligamento es posterior al umbón o paralelo al eje de articulación. Son filibranquios y eulamelibranquios. La línea paleal es completa, el manto tiene los márgenes libres y los sifones no están bien definidos.

Los representantes del grupo son epifaunales con biso y algunos cavadores, como ejemplos están: *Mytilus*, *Aulacomya*, *Perna*, *Inoperna*, *Modiolus*, *Pinna*.

El orden comprende numerosas familias con características morfológicas muy particulares. Sin embargo, varios aspectos son compartidos por todos. La concha es de valvas y lados diferentes, pero en otros, secundariamente, son casi equilaterales. Las cicatrices musculares son desiguales o sólo se presenta una. La forma y posición del ligamento es variable. La línea paleal no forma seno.

Los pterioides tienen numerosos representantes de las superfamilias Ambonychiacea, Pteriacea, Pectinacea, Anomiacea, Limacea y Ostreacea.

Los ambonyquiáceos se caracterizan por sus conchas inequilaterales, trapezoidales, cuadrangulares y triangulares. El ligamento es del tipo opistodítico, duplivincular. El músculo aductor anterior está muy reducido y el aductor posterior se encuentra en el área subcentral de la valva.

Como ejemplos del grupo se citan, entre otros: *Ambonychia*, *Byssopteria*, *Paleocardia*, *Myalina* y *Mytilarca*.

Los pteriáceos son aquéllos de conchas inequivalvas con los lados diferentes y los umbones prosogiros. El ligamento es externo y está situado atrás del umbón. Poseen biso, lo cual indica una vida sedentaria.

Numerosos géneros se clasifican en las familias de los pteriáceos, entre ellos: *Limoptera*, *Pinctada*, *Gervillia*, *Inoceramus* e *Isognomon*.

Los pectináceos constituyen una superfamilia; presentan conchas subcirculares, de lados casi iguales y con un solo músculo. A los lados de la charnela se hallan prolongaciones alares llamadas aurículas. El ligamento está localizado en el área cardinal de las dos valvas.

Estos organismos se fijan por un solo biso o cementante a cualquier sustrato, o se desplazan abriendo y cerrando las valvas

Entre los pectináceos son típicos los géneros: *Pecten*, *Didymotis*, *Posidonia*, *Daonella*, *Aulacomyella*, *Halobia*, *Meleagrinella*, *Amusium*, *Chlamys*, *Buchia* y *Plicatula*.

Los anomiáceos forman un grupo pequeño de vida sésil, representado por el género *Anomia*. Se caracterizan por sus conchas de forma irregular, de valvas diferentes, con biso. La cicatriz del músculo aductor es subcentral en la valva. Además, presentan un músculo retractor del biso, situado arriba del aductor.

Los limáceos tienen la concha con el contorno oval, subtriangular o circular; en muchos, extendida anteroventralmente, con dos aurículas de diferente tamaño o con una sola.

En el área cardinal se encuentra la cicatriz triangular del ligamento. Carecen de dientes o los presentan muy pequeños. Tienen un músculo. Entre los géneros se citan a *Palaeolima*, *Lima*, *Plagiostoma* y *Ctenoides*.

Los ostráceos se caracterizan por sus conchas inequivalvas, irregulares, de pared muy gruesa. No presentan dientes, el ligamento está muy desarrollado y tienen un solo músculo. Llevan una vida sedentaria, fijos a los fondos por la valva izquierda.

Existen muchos géneros representativos de la superfamilia; sin embargo, entre ellos *Gryphaea* y *Exogyra* son importantes índices estratigráficos. El primero se caracteriza porque las valvas son diferentes: una grande y gruesa, con el umbón doblado hacia el frente; y la otra pequeña y plana. El segundo género tiene la misma forma, pero el umbón está doblado hacia la región anterior.

Subclase PALEOHETERODONTA. Cámbrico Medio-Reciente

Las conchas son equivalvas, prismatonacaradas, con el ligamento anfidético, opistodético y parivincular. La charnela

188 posee escasos dientes, que son radiales y divergentes de la región umbonal. Algunos tienen dentición del tipo taxodonto.

Orden MODIOMORPHOIDA. Cámbrico Medio-Pérmico Inferior,
?Pérmico Superior

Son bivalvos de conchas ovaladas, trapezoides; sin dientes o éstos escasamente presentes. Los músculos son iguales o ligeramente diferentes. *Modiomorpha*, *Cymatonota* y *Modiolopsis* se cuentan entre algunos de los géneros del grupo.

Orden UNIONOIDA. ?Devónico Medio, Devónico Superior-Reciente

Los representantes del orden tienen las conchas ovaladas, triangulares, trapezoides, de valvas semejantes o ligeramente diferentes y de lados distintos. Los umbones varían de pequeños a grandes. Carecen de lúnula y escudo; el ligamento está situado atrás del umbón, a lo largo de la línea charnelar. La charnela puede tener dientes diferenciados, pequeños o grandes, o carecer de ellos. Los músculos son iguales o casi iguales.

Entre los géneros típicos se cuentan: *Unio*, *Margaritifera*, *Ctenodesma*, *Nasus*, *Virgus*, *Obliquata*.

Orden TRIGONIOIDA. ?Ordovícico Medio, Devónico-Reciente

Los trigónidos presentan la concha de valvas iguales y lados diferentes, triangulares, ovales o romboidales, con el extremo posterior truncado y carinas posteriores conspicuas o levemente marcadas. La charnela tiene dientes grandes, diferenciados y divergentes a partir del umbón. El ligamento es corto y se sitúa atrás del umbón. Los músculos son dimiarios y las cicatrices se encuentran cerca de la región charnelar. Entre los géneros se citan: *Myophoria*, *Achizodus*, *Trigonia*, *Apiotrigonia*, *Heterotrigonia*, *Myophorella*, *Vaugonia*, *Pterotrigonia* y *Yaadia*.

Subclase HETERODONTA. Ordovícico Medio-Reciente

Las conchas tienen estructura laminar-cruzada, prismática, pero nunca nacarada; presentan escudo y lúnula. La charnela

posee diferentes tipos de dientes: los laterales posteriores y anteriores y los cardinales en el centro. El ligamento se encuentra situado atrás del umbón. El manto se pliega para formar sifones. Tienen eulamelibranquias. Son de hábitos cavadores.

Los representantes de este grupo son muy abundantes y entre los órdenes se citan:

Orden VENEROIDA. Ordovícico Medio-Reciente

Los veneroida se caracterizan por las conchas con las valvas y los músculos iguales. La charnela posee dientes cardinales y laterales. Son de hábitos libres, raramente sedentarios o cavadores.

El grupo comprende numerosas superfamilias; entre las más significativas están las siguientes: Lucinacea, Chamacea, Carditacea, Crassatellacea, Cardiaceae, Macracea, Tellinacea, Arctiacaea, Corbiculacea y Veneracea.

Los lucináceos son pelecípodos de conchas iguales, generalmente de contorno circular, cuya ornamentación consiste en líneas concéntricas de crecimiento o costillas radiales de diferente grosor. Presentan lúnula y escudo. Viven en el mar o en los estuarios.

Los chamáceos comprenden un grupo pequeño, caracterizado por la ornamentación de la concha, que consiste en costillas radiales o concéntricas laminares muy aparentes. Los organismos viven fijos por una de las valvas.

Los carditáceos tienen las conchas trigonales trapezoidales o mitiliformes con el margen crenulado y biso. La ornamentación es de costillas prominentes radiales. Son exclusivamente marinos. Entre los géneros se cuentan: *Myoconcha*, *Cardita*, *Carditamera*, *Venericardia*.

Los crasateláceos se caracterizan por las conchas trigonales, trapezoidales o circulares, con estrías o costillas concéntricas. Entre los ejemplos se citan: *Astarte*, *Crassatella*, *Remondia*.

Los cardíáceos son de conchas trigonales, orbiculares con ornamentación; asimismo son de costillas radiales, pero en el extremo posterior cambian de diseño. Estos organismos viven en el mar o en agua salobre; presentan seno paleal y sifones.

Los macráceos son aquellos que tienen las conchas trigonales, de paredes delgadas y ornamentación generalmente tenue; aunque existen excepciones. Presentan seno paleal. *Macra*, *Tresus*, *Anatina* son algunos ejemplos.

Los tellináceos poseen conchas de lados diferentes, lisas o con ornamentación tenue, que consiste en líneas de crecimiento poco marcadas. Las cicatrices musculares están comunicadas con la línea paleal. Presentan seno paleal y sifones sin fusionar. Entre los ejemplos se cuenta a *Tellina*, *Pharagella*, *Tellinides*, *Solecurtus*, *Tancredia*, *Tagelus*.

Los arcticáceos son aquéllos de conchas iguales y lados diferentes, lisos o con líneas concéntricas tenues, la línea paleal es completa. Varios géneros constituyen la superfamilia, entre ellos: *Actica*, *Anisocardia*, *Isocyprina* y *Ptychomya*.

Los corbiculáceos tienen las conchas trigonales y ovales, con costillas concéntricas. La línea paleal es completa o con un seno poco aparente. *Eocallista* y *Corbicula* se cuentan entre los géneros del grupo.

Los veneráceos son de conchas ovaladas cuya ornamentación consiste en costillas concéntricas; las radiales se presentan escasamente. En algunos existen espinas o laminillas.

Presentan seno paleal. Como ejemplos se citan: *Venus*, *Callista*, *Dosinia*, *Tapes* y *Chione*, entre otros.

Orden MYOIDA. Carbonífero-Reciente

Las características del orden son: conchas equivalvas e inequivalvas, de lados muy diferentes; músculos iguales o distintos; valvas con un diente cardinal o sin él. Carecen de lúnula y escudo. Tienen hábitos cavadores y por consiguiente los sifones están bien desarrollados.

Entre los representantes del orden los pholadáceos están muy diversificados. Esta superfamilia comprende organismos especializados cuyas conchas son arrugadas en sentido antero-posterior. Carecen de dientes en la charnela y presentan condróforo y ligamento interno.

Este grupo es de hábitos cavadores y hacen horadaciones en la roca, madera, sedimento, etc. Entre los géneros más representativos se cuentan: *Pholas*, *Martesia*, *Penitella*, *Teredo* y *Xylofaga*.

Orden HIPPURITOIDA. Jurásico Superior-Cretácico Superior

Los hipurítidos son extintos y muy importantes como índices estratigráficos y ecológicos.

Es un grupo especializado en el que se pierde la organización general de los bivalvos, ya que existen formas cónicas y cilíndricas por el crecimiento mayor de una de las valvas; la otra funciona como opérculo. A este grupo se le conoce también con el nombre de rudistas o paquiodontos, debido a que la charnela desarrolla dientes conspicuos.

La mayoría fueron organismos gregarios que formaron parte de los arrecifes o los constituyeron completamente; sin embargo existen formas solitarias. Al ser arrecifales vivieron en las zonas templadas y tropicales del mundo. Existen numerosas familias, entre ellas: los dicerátidos tienen una

valva enrollada en forma de cuerno y la otra opercular. La pared de la concha tiene costillas finas radiales. Es un grupo muy antiguo entre los rudistas; *Diceras* es un ejemplo típico.

Los requiénidos son inequivalvos, fijos por una valva más desarrollada y la otra de tipo opercular. Tienen rasgos semejantes a la familia anterior sobre todo en la disposición de los dientes, sin embargo se diferencian por la adquisición de bandas sifonales y cavidades accesorias. Habitaron en los arrecifes o en lugares cercanos a ellos. *Toucasia* y *Requienia* son géneros del grupo.

Los caprínidos son inequivalvos. La valva derecha es la mayor y varía en su forma, pues puede ser cilíndrica o cónica. La valva izquierda es opercular y también variable, desde simplemente una tapa plana a una convexa curva o espiralada. Los dientes y los mióforos están bien desarrollados. La mayoría de los géneros presentan cavidades accesorias, canales y zonas paleales en una o en las dos valvas. Entre los géneros más comunes se cuentan: *Caprina*, *Caprinuloidea*, *Coalcomana*, *Coralliochama* y *Titanosarcolites*.

Los hippurítidos tienen la valva derecha cónica o cilíndrica y la izquierda opercular, plana o convexa. La valva más grande tiene tres o más pliegues en el centro. Los dientes y el mióforo están bien desarrollados. Entre los géneros pertenecientes a esta familia están: *Hippurites*, *Barretia* y *Vaccinities*.

Los radiolítidos presentan una valva cónica o cilíndrica y la otra operculiforme. La superficie de la valva derecha carece de surcos, pero generalmente consta de dos bandas sifonales separadas por espacios. La estructura de la pared de la concha tiene prismas. *Radiolites*, *Birradiolites*, *Bournonia*, *Chiapasella*, *Sauvagesia* y *Durania* son ejemplos del grupo.

Subclase ANOMALODESMATA. ?Ordovícico Inferior, Ordovícico Medio-Reciente

El grupo se caracteriza por sus conchas de constitución prismato-nacarada con costillas finas y tubérculos. La charnela y los dientes están reducidos o no aparecen. El ligamento es opistofético. Poseen resilium y condróforo.

La mayoría de las formas actuales son eulamelibranquias y algunas septibranquias. El manto forma sifones.

Orden PHOLADOMYOIDA. ?Ordovícico Inferior, Ordovícico Medio-Reciente

Los anomalodesmatáceos incluyen únicamente a los pholadomyoideos, cuyos representantes se caracterizan por ser de hábitos cavadores.

Los géneros *Edmondia*, *Megadesmus*, *Pholadomya*, *Protocardia*, *Homomya*, *Myopholas*, *Pleuromya*, *Pandora*, se cuentan entre otros, en el orden.

ECOLOGIA Y PALEOECOLOGIA

Los bivalvos son organismos acuáticos que viven en el mar y en agua dulce; su distribución está condicionada a la temperatura, salinidad, profundidad y tipo de sedimento. Muchos viven fijos al sustrato limoso o arenoso, sobre las rocas, o sobre otros moluscos, crustáceos, etcétera.

Efectúan la fijación por secreción de un cementante calcáreo o mucilaginoso. Algunos viven hundidos en los sedimentos blandos para lo cual desarrollan los sifones y otros perforan la roca por una secreción ácida de una glándula del pie o por rotación de sus conchas. Muy pocos se desplazan dando saltos con el pie o son nadadores.

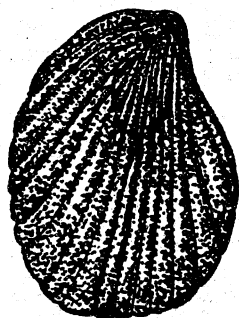
La temperatura es un factor limitante de la distribución de los bivalvos, viven mejor en las regiones tropicales cercanas a la costa donde se desarrollan conchas gruesas y ornamentadas; en las regiones frías o a mayor profundidad, las conchas son pequeñas, delgadas y carecen de ornamentaciones, como acontece con los bivalvos de agua dulce.

Las corrientes, el oleaje, etc., influyen en la forma que adoptan las conchas, pues se observa que en agua tranquila, éstas son de contorno redondeado y en lugares agitados son alargadas.

En la actualidad la tendencia que sigue la distribución de muchos bivalvos, es la de ocupar lugares más lejanos de la costa, como acontece con los trigónidos.

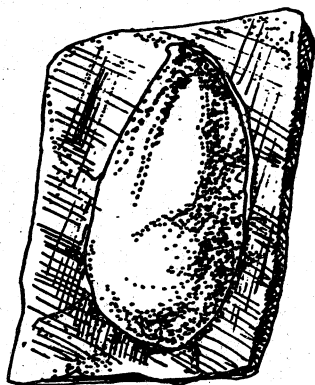
HISTORIA GEOLOGICA EN MEXICO

Entre las faunas de invertebrados más abundantes en las localidades fósiles de México, están las de los bivalvos; sin embargo, los bivalvos paleozoicos son escasos, y únicamente se registran en el Pensilvánico de la región de Santiago Ixtaltepec, Oaxaca, a *Aviculopecten* y en el Pensilvánico de la región de La Concordia, Chiapas, a *Aviculopecten* y a *Palaeolima* (figura 10.11).

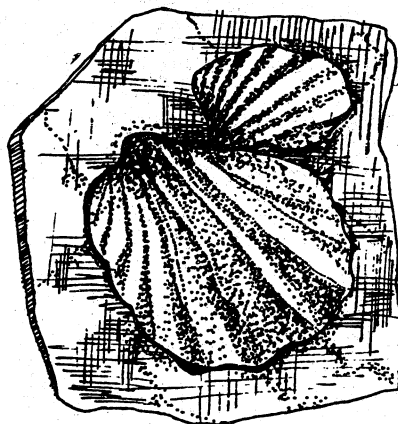


Aviculopecten sp. del Pensilvánico de Chiapas.

Es notable la fauna triásica que comprende los bivalvos procedentes del Cárnico de Santa Clara, Sonora, entre los que se citan: *Nuculana*, *Entolium*, *Trigonia*, *Myophoria*, *Mytilus*, *Monotis*, *Cassianella* y *Anodontophora* y del Triásico Superior del Arroyo Calavera, en Zacatecas los géneros *Avicula*, *Cassianella*, *Halobia*, *Palaeoneilo* (figura 10.12).



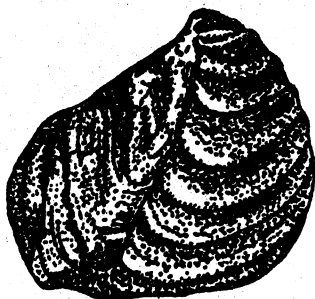
Mytilus (Chloromya) sonorensis



Myophoria mexicana

Figura 10.12 BIVALVOS DEL TRIASICO DE SONORA

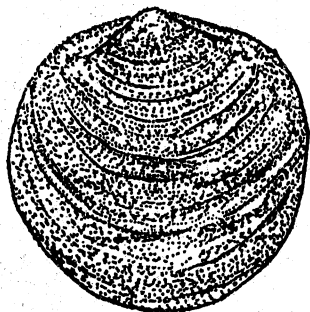
En el Jurásico son numerosas las asociaciones faunísticas con bivalvos, las más sobresalientes se sitúan en el Jurásico Medio de las regiones de Tezoatlán-San Juan Diquiyú, Oaxaca así como de Huamuxtitlán-Cualac en Guerrero con representantes de los géneros *Parallelodon*, *Mytilus*, *Valse-lla*, *Inoceramus*, *Trigonia*, *Vaugonia*, *Myophorella*, *Anisocardia*, *Eomiodon*, *Astarte*, *Eocallista*, *Opis*, *Crenotrapezium*, *Lucina*, *Isocardia*, *Unicardium*, *Corbula*, *Pholadomya* y *Anatina* (figura 10.13).



Vaugonia (Vaugonia) kobayashii del Batoniano de Oaxaca y Guerrero.

Figura 10.13 BIVALVO DEL JURASICO DE MEXICO

Los del Jurásico Superior de Coahuila, Durango y Zacatecas con especies de *Grammatodon*, *Lucina*, *Arctica*, *Eocallista*, *Pholadomya*, *Nanogyra* y *Buchia* y en Catorce, San Luis Potosí con *Buchia* principalmente (figura 10.14).



Lucina potosina metrica
del Oxfordiano de San
Luis Potosí.

Figura 10.14 BIVALVO DEL JURASICO SUPERIOR DE MEXICO

De la parte central del país se reportan del Jurásico Superior de la región de Petlalcingo-Acatlán, Puebla, los bivalvos: *Cucullaea*, *Modiola*, *Lima*, *Pinna*, *Gryphaea*, *Parallelodon*, *Tancredia*, *Myophorella*, *Astarte*, *Tapes*, *Arctica*, *Lucina*, *Eomiodon*, *Unicardium*, *Pleuromya* y *Pholadomya* (figura 10.15).



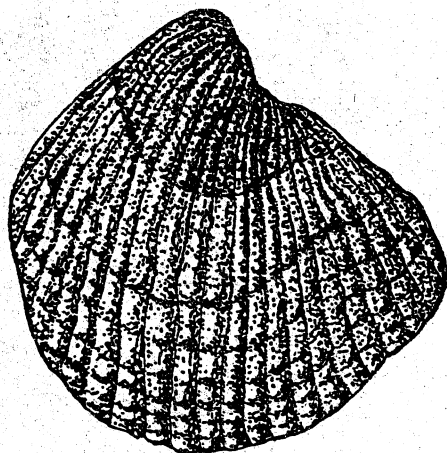
Pholadomya fidicula del Oxfordiano
de Petlalcingo-Acatlán, Puebla.

Figura 10.15 BIVALVO DEL JURASICO SUPERIOR DE PUEBLA

En la región de la Gachupina, Chiapas, afloran rocas del Jurásico Superior con *Nuculana*, *Inoperna*, *Placunopsis*, *Mesomiltha*, *Lucina*, *Protocardia*, *Tancredia*, *Eocallista*, *Ptychomya*, *Ceratomya* y *Pleuromya*.

Las localidades cretácicas con bivalvos son variadas, entre ellas, la del Aptiano-Albiano de Alisitos, Baja California, con trigónidos, lucínidos y rudistas, y de Arivechi, Sonora con *Lima* y *Tapes*. En el Cretácico Superior (Cenomaniano) del

cerro Muleros y Placer de Guadalupe, Chihuahua, se describen *Alectronia*, *Exogyra*, *Gervillia*, *Gryphaea*, *Homomya*, *Lima*, *Nucula*, *Pecten*, *Pholadomya*, *Pinna*, *Plicatula* (figura 10.16).



Exogyra costata
del Maastrichtiano
de Placer de Guadalupe,
Chihuahua.

Inoceramus labiatus del Turoniano de Mazapil, Zacatecas.

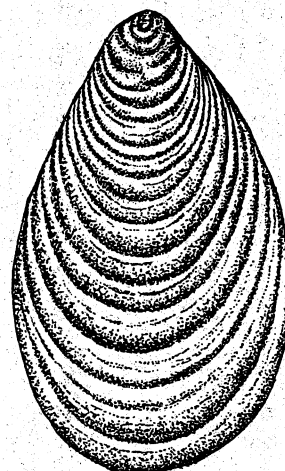
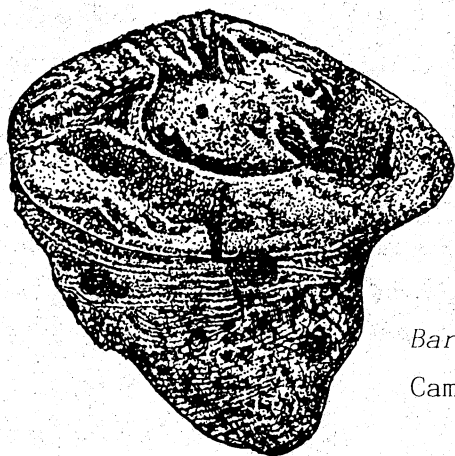


Figura 10.16 BIVALVOS DEL CRETACICO SUPERIOR DE MEXICO

Del Campaniano de San Luis Potosí, rudistas de los géneros *Radiolites*, *Sauvagesia* y los inocerámidos de Mazapil, Zacatecas. Del sureste de México (Chiapas) son importantes los conjuntos de rudistas del Cretácico Superior, de los géneros *Plagioptychus*, *Titanosarcolites*, *Biradiolites*, *Bournonia*, *Thyrastylon*, *Sauvagesia*, *Durania*, *Tampsia*, *Barretia*, *Praebarretia* y *Chiapasella* (figura 10.17).

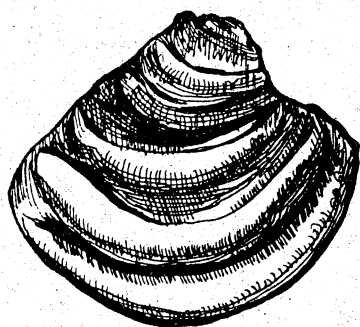
Tampsia floriformis del
Campaniano de San Luis
Potosí.



Barretia multilirata del
Campaniano de Chiapas.

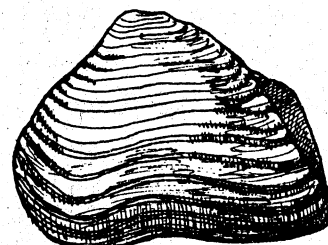
Figura 10.17 BIVALVOS-RUDISTAS DEL CRETACICO DE MEXICO

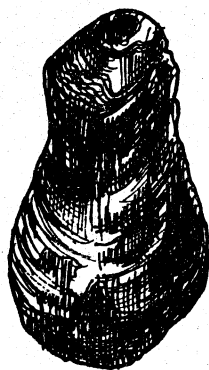
Los bivalvos terciarios se encuentran distribuidos principalmente en tres regiones, en el norte de Baja California (*Cucullaea*, *Pododesmus*, *Venericardia* y *Tellina*); en el centro-occidente del Mioceno de Veracruz son numerosos los géneros: *Amusium*, *Anadara*, *Anomia*, *Arca*, *Argopecten*, *Chama*, *Cyclopecten*, *Donax*, *Glycymeris*, *Nucula*, *Tellina* y *Venericardia* y del Plioceno *Ostraea*, *Lima*, *Dosinia* y *Solecurtus*.



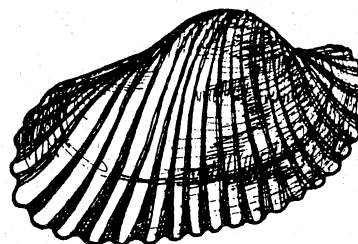
Chione (Lirophora)
latilirata.

Corbula (Caryocorbula)
durhami.





Ostrea (Ostrea)
istmica.



Anadara (Anadara)
strebla.

Figura 10.18 BIVALVOS DEL TERCIARIO DE VERACRUZ

Clase GASTROPODA. Cámbrico-Reciente

Los gasterópodos constituyen uno de los grupos más abundantes de los moluscos e invertebrados. La mayoría son marinos y terrestres y algunos dulceacuícolas. Los marinos y terrestres están adaptados a diversas temperaturas, profundidades y alturas; resisten la sequía, pues algunos viven en regiones desérticas. Los acuáticos son bentónicos, móviles y algunos, como los pterópodos nadan con el pie que se transforma en aletas.

El cuerpo tiene tres partes principales: el pie en la región ventral, que es una estructura muscular plana; la cabeza, localizada en la parte anterior, contiene la boca o dos tentáculos sensoriales y un par de ojos en la base o terminación de ellos; y la masa visceral, siempre dorsal en el cuerpo, se aloja en la concha que es univalva. En ocasiones existe un opérculo que cierra la abertura y fosiliza si es calcáreo (figura 10.19).

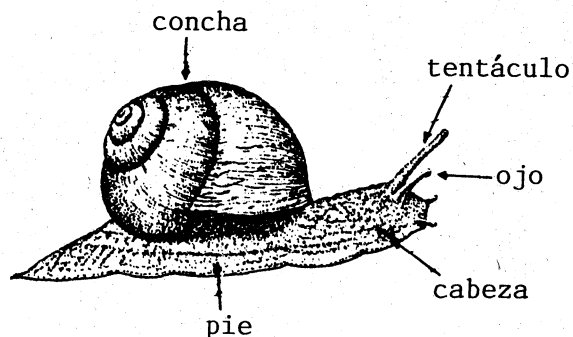


Figura 10.19 MORFOLOGIA DE UN GASTEROPODO

La larva tiene simetría bilateral y posteriormente, durante el desarrollo del animal, la pierde, pues el cuerpo experimenta una torsión de 180° , fenómeno único que se presenta en los invertebrados. Las branquias, inicialmente posteriores, ocupan una posición anterior, lo mismo acontece con los riñones y el ano; los nervios sufren un cruzamiento en forma de ocho (quiasma); generalmente todos los órganos del lado izquierdo se atrofian y quedan una branquia y un riñón.

En el tubo digestivo después de la boca existe una proboscis donde está la rádula y un par de mandíbulas córneas, la proboscis puede salir y capturar alimento; le sigue el esófago donde existen glándulas salivales que en algunos casos, secretan veneno como en representantes del género *Conus*. Presentan el hígado bien desarrollado. Los sexos están separados generalmente, excepto en los pulmonados terrestres.

La concha se encuentra revestida por el manto y éste cubre a toda la masa visceral. La cavidad branquial se forma por un repliegue y se ubica en la parte anterior del cuerpo después de la torsión. El manto origina un órgano llamado sifón, el cual es un tubo de diferente longitud que sale de la concha y absorbe agua limpia, pues tiene un órgano sensitivo (osfradio) que cierra el manto cuando el agua está sucia.

La concha de los gasterópodos es de aragonita, está cubierta por el periostraco, y constituida por una sola pieza; en la mayoría de los casos es conispiral. Sin embargo, existen formas paleozoicas que tienen un enrollamiento planispiral.

El crecimiento comienza en el ápice y se forma la protoconcha que junto con las vueltas o giros embrionarios que pueden ser de dos a cuatro constituyen el núcleo.

Las siguientes vueltas varían en número, forma (planas, cóncavas o convexas) y tamaño, que con excepción de la última, constituyen la espira. Entre cada vuelta se encuentra una línea o sutura, ésta es superficial o acanalada; el perfil de la vuelta forma el hombro, que puede ser convexo, con rampa o quilla.

La última vuelta es la cámara de habitación donde vive el animal. Muchos aspectos morfológicos importantes para la clasificación se encuentran en esta vuelta, pues la forma y ornamentación es muy variada. En cuanto a la forma puede ser cuadrangular, oval, circular, entre otras. La abertura conocida como peristoma es completa (peristoma holostomado) o con escotaduras (peristoma sifonostomado).

Cuando el sifón es grande, está protegido por un tubo largo y angosto que recibe el nombre de canal sifonal. Los bordes de la abertura constituyen los labios interno y externo.

El ápice se encuentra en el extremo posterior, en dirección opuesta al peristoma y la base en el extremo anterior; si la abertura está a la derecha del observador, es dextral y a la izquierda es sinestral.

El labio externo de los arqueogastrópodos tiene una escotadura de lados paralelos que corresponde a la desembocadura del sifón anal. Poco después de su comienzo se cierra y constituye la selenizona.

La superficie de las vueltas puede ser lisa o estar ornamentada con costillas, espinas, nódulos, estriás o tubérculos.

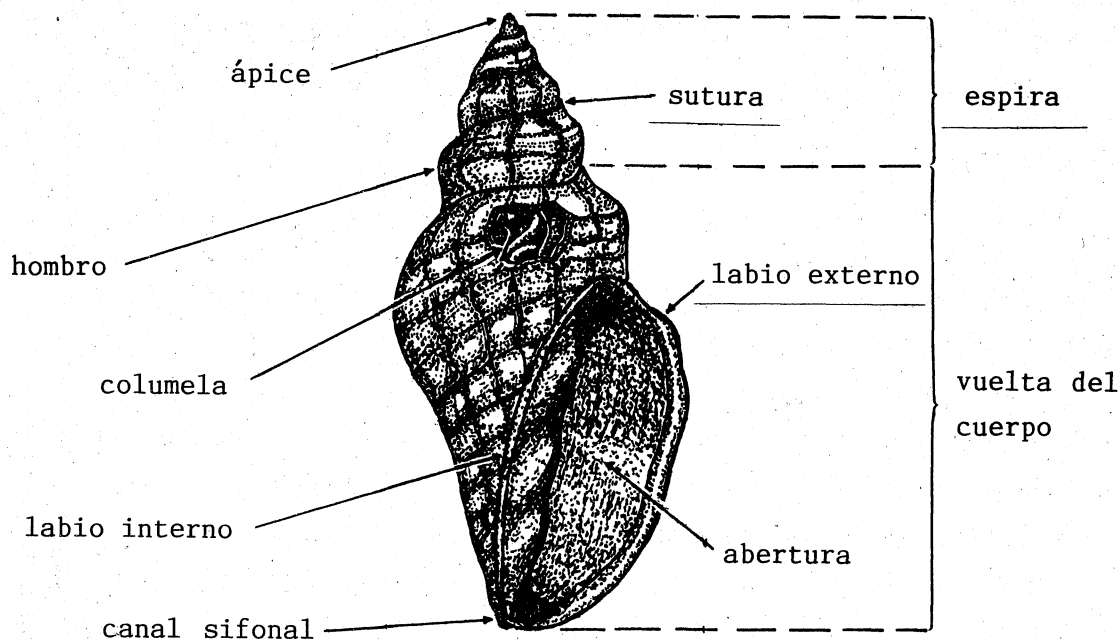


Figura 10.20 MORFOLOGIA DE UN GASTEROPODO

En algunas conchas del Paleozoico hay una escotadura en la parte media del labio externo, que se continúa en una banda cóncava o selenizona. En la superficie externa de la concha se observan líneas de crecimiento que son paralelas a la abertura. También hay costillas, liras, gránulos, espinas, que siguen tres direcciones ya sean axiales, transversales u oblicuas.

En un corte de la concha se observa que en la parte media existe una estructura axial o columela que se forma por la unión de las paredes internas de las vueltas, a veces es maciza y otras forma un hueco u ombligo, que en la parte exterior constituye el callo.

En la parte externa de la sección de la pared de la concha, se encuentra el periostraco, el cual está formado por una sustancia orgánica donde se observan diferentes diseños de coloración, que en los fósiles muy rara vez se conservan. Enseguida está el ostraco o capa calcárea laminar, generalmente, está constituido por aragonita; los gasterópodos carecen casi siempre de la capa prismática.

Subclase PROSOBRANCHIA. Cámbrico Inferior-Reciente

Orden ARCHAEOGASTROPODA. Cámbrico Inferior-Reciente

Orden MESOGASTROPODA. Devónico -Reciente

Orden NEOGASTROPODA. Cretácico-Reciente

Subclase OPISTOBRANCHIA. ?Devónico, Misisípico-Reciente

Subclase PULMONATA. Pensilvánico-Reciente

Subclase PROSOBRANCHIA. Cámbrico Inferior-Reciente

Los prosobranquios son aquellos que han experimentado la torsión del cuerpo, de tal manera que la cavidad del manto y las branquias son anteriores. En esta subclase se clasifican la mayoría de los gasterópodos. Existen abundantes especies marinas y algunas de agua salobre. La subclase se clasifica en los órdenes Archaeogastropoda, Gastropoda, Mesogastropoda y Neogastropoda.

Orden ARCHAEOGASTROPODA. Cámbrico Inferior-Reciente

Los arqueogastrópodos son de los gasterópodos más primitivos; en algunos la simetría bilateral todavía persiste y el enrollamiento de la concha es muy flojo. Los actuales no presentan sifón ni proboscis. En la mayoría la pared interna de la concha es nacarada. Viven en el mar.

Este orden comprende numerosos subórdenes, entre ellos, los siguientes:

Suborden BELLEROPHONTINA. Cámbrico Inferior-Triásico Inferior

Suborden MACLURITINA. Cámbrico Superior-Triásico, Cretácico Superior

Suborden PLEUROTOMARIINA. Cámbrico Superior-Reciente

Suborden PATELLINA. ?Silúrico Medio-Triásico Inferior, Triásico Medio-Reciente

Suborden TROCHINA. Ordovícico Inferior-Reciente

Suborden NERITPSINA. Devónico Medio-Reciente

Suborden BELLEROPHONTINA. Cámbrico Inferior-Triásico Inferior

Las conchas son planispirales, con simetría bilateral, enrolladas, y algunas cirtiformes. En la última vuelta se encuentra la abertura y una escotadura central que corresponde a la salida del ano. El género *Bellerophon* comprende numerosas especies índices del Paleozoico.

Suborden MACLURITINA. Cámbrico Superior-Triásico, Cretácico Superior

Los maclurítidos tienen la concha hipertrófica u ortotrófica, deprimida, cónica o tubular, con enrollamiento apretado o suelto. Presentan angulosidades en las vueltas, que coinciden a veces con el canal exhalante. *Matherella*, *Maclurites*, *Lytospira* y *Euomphalus*, son algunos de los géneros del grupo.

Suborden PLEUROTOMARIINA. Cámbrico Superior-Reciente

Estos gasterópodos se caracterizan porque la mayoría tiene la concha cónica y algunos, discoidal, auriforme o pateli-forme. Presentan escotadura exhalante o selenizona. La capa externa de la concha es de calcita y la interna de aragonita y nácar. Como ejemplos genéricos se citan a *Euconia*, *Baylea*, *Rhombella*, *Coelozone*, *Pleurotomaria* y *Diodora*.

La concha es cónica con simetría bilateral; carece de perforaciones o escotaduras marginales y de opérculo. La cicatriz del músculo tiene forma semicircular. La capa externa de la concha es de calcita y las internas de aragonita.

Los patelínidos son habitantes de la zona litoral y viven fijos a las rocas. Los géneros *Patelloida*, *Patella*, *Cellana*, y *Nacella*, entre otros, son ejemplos del grupo.

Suborden TROCHINA. Ordovícico Inferior-Reciente

Presentan la concha trocoidal, con un relieve sutural. Algunas formas son discoidales. La constitución de la concha es de aragonita. Tienen el opérculo calcáreo o córneo. Entre algunos de los géneros se citan : *Holopea*, *Platyceras*, *Anticonulus* e *Islipia*.

Suborden NERITOPSINA. Devónico Medio-Reciente

Se caracterizan por la concha lobular, ovoide, con la espira baja, y el peristoma semicircular. La concha es gruesa y tiene la capa externa de calcita, la cual comúnmente conserva la coloración; las capas internas son de aragonita. La mayoría presenta opérculo calcáreo. Estos organismos son acuáticos y terrestres. Se citan en el grupo a *Planospira*, *Otostoma*, *Trachynerita*.

Orden MESOGASTROPODA. Devónico-Reciente

El orden comprende numerosos gasterópodos del Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico. Se caracterizan porque en sus representantes el fenómeno de torsión es mayor, los órganos de la parte izquierda del cuerpo se atrofian y persisten únicamente los de la parte derecha.

Las conchas están enrolladas y son asimétricas, holostomadas o sifonostomadas. Existen numerosas familias clasificadas dentro del orden; a continuación se describen algunas de ellas.

Familia LOXONEMATIDAE. Ordovícico-Triásico
 Familia TURRITELLIDAE. Cretácico-Reciente
 Familia VERMETIDAE. Cenozoico-Reciente
 Familia CERTHIDAE. Pérmico-Reciente
 Familia MELANIIDAE. Eoceno-Reciente
 Familia NATICIDAE. Cretácico-Reciente
 Familia STROMBIDAE. Jurásico-Reciente
 Familia ROSTELLARIIDAE. Cretácico Superior-Reciente
 Familia CYPRAEIDAE. Cretácico-Reciente
 Familia NERINEIDAE. Jurásico-Reciente

Los loxonémidos están provistos de conchas con numerosas vueltas y en espira alta. El peristoma puede tener una escotadura poco aparente. El género *Loxonema* es un representante del grupo.

Los turritéllidos tienen la concha esbelta, formada por numerosas vueltas que aumenta levemente de tamaño. La ornamentación consiste en estrías paralelas a las suturas y líneas de crecimiento. Entre los géneros se citan: *Turritella*, *Acanthonema* y *Callispira*.

Los vermétidos son aquéllos de conchas con enrollamiento flojo o con forma de ovillo. *Vermetus* y *Siliquaria* son ejemplos de la familia.

Los cerítidos poseen conchas con la espira alta, formadas por numerosas vueltas. La ornamentación es muy variada y consiste en costillas transversales, nódulos, etcétera.

Los melánidos presentan las conchas de espira alta o baja, lisas con base en líneas de crecimiento no oblicuas o con costillas verticales prominentes. *Melanopsis* y *Melania* ilustran a la familia.

Los naticidos son de conchas globosas, con la vuelta del cuerpo notablemente mayor a la espira, que es reducida. El peristoma es circular y holostomado. Entre los géneros más conocidos están *Tylostoma* y *Natica*.

Los estrómbidos se caracterizan porque tienen generalmente las conchas grandes, con la vuelta del cuerpo amplia y la espira reducida. El labio externo es grueso y saliente, alar o digitado. *Harpagodes*, *Strombus* y *Chenopus* son representantes de la familia.

Los rostelláridos tienen las conchas con una prolongación del peristoma sobre la espira; la ornamentación consiste en costillas salientes. Tienen canal sifonal. *Rostellaria* representa al grupo.

Los cypreidos son de conchas ovoides, con el peristoma en forma de ranura. *Cypraea*, cuya ornamentación es notable, es abundante en los mares tropicales.

Los nerineidos presentan conchas turriculadas, en las que cada vuelta aumenta levemente de tamaño, de tal manera que la forma es casi cilíndrica o cónica. En la parte interna existen pliegues que forman las vueltas y la columela. Para su estudio es indispensable hacer un corte longitudinal en el centro de la concha. Estos organismos vivieron en los arrecifes o en lugares cercanos a ellos. Es característico encontrarlos asociados a los bivalvos-rudistas en el Cretácico del mundo.

Orden NEOGASTROPODA. Cretácico-Reciente

Gasterópodos que, entre los más evolucionados, se caracterizan por su concha asimétrica y sifonostomada. El orden comprende numerosas familias:

Familia MURICIDAE. Cretácico-Reciente
 Familia TRITONIDAE. Cretácico-Reciente
 Familia FUSIDAE. Cretácico-Reciente
 Familia BUCCINIDAE. Cretácico-Reciente
 Familia OLIVIDAE. Terciario-Reciente
 Familia VOLUTIDAE. Eoceno-Reciente
 Familia PLEUROTOMIDAE. Cretácico-Reciente
 Familia CANCELLARIDAE. Cretácico-Reciente
 Familia CONIDAE. Terciario-Reciente

Los murícidos tienen canal sifonal largo y conchas con ornamentación conspicua, que consiste en expansiones y espinas; el labio externo está muy ondulado. El género *Murex* es característico de la familia.

Los tritónidos son aquéllos de concha fusiforme, provista de várices. El peristoma tiene pliegues columelares; el canal sifonal está bien desarrollado. *Cimacium* representa al grupo.

Los fúsidos poseen las conchas fusiformes con un canal sifonal recto y largo. El género *Fusus* se clasifica entre ellos.

Los buccínidos presentan conchas con la vuelta del cuerpo muy desarrollada, y el canal sifonal corto y curvado hacia la parte dorsal. La ornamentación es en forma de costillas transversales y nódulos. *Buccinum*, *Nassa* y *Columbella* son algunos de los géneros de la familia.

Los olívidos se caracterizan porque la concha es ovoidal, la vuelta del cuerpo es grande en comparación con la espira. Tienen peristoma alargado, sin canal sifonal, pero con

una escotadura. *Oliva* se encuentra desde el Terciario hasta la actualidad.

Los volútidos poseen las conchas turriculadas, la vuelta del cuerpo es amplia y la espira relativamente corta. Presentan las líneas de crecimiento rectas, y son muy ornamentados. El peristoma es alargado y tiene pliegues columelares. *Voluta* caracteriza a la familia.

Los pleurotómidos tienen conchas fusiformes, con la vuelta del cuerpo poco desarrollada y la espira saliente. La ornamentación consiste en estrías de crecimiento sinuosas, agrupadas en bandas o surcos. El peristoma es alargado y en la base del labio externo existe una escotadura. Desde el Cretácico existió el género *Pleurotoma*.

Los canceláridos presentan la concha turriculada, con el canal sifonal corto. El peristoma tiene el labio externo crenulado y pliegues en la columela. La ornamentación es conspicua. *Cancellaria* representa al grupo.

Los cónidos se caracterizan por su concha cónica, la vuelta del cuerpo es amplia, con la abertura estrecha y en toda su extensión; la espira es corta y en ocasiones casi plana; el sifón apenas se encuentra ligeramente marcado. En los mares actuales existen diversas especies del género *Conus*.

Subclase OPISTOBRANCHIA. ?Devónico, Misisípico-Reciente

Los opistobranquios tienen conchas generalmente ovoides, con la espira corta y la vuelta del cuerpo amplia; el peristoma es alargado. Descienden de los neogastrópodos y presentan las branquias en la región posterior, como resultado de un desdoblamiento secundario. Todos viven en el mar.

Entre las familias de los opistobranquios se cuentan las siguientes:

Familia ACTAEONIDAE. Jurásico-Reciente
 Familia ORTHOSTOMIDAE. Jurásico-Cretácico
 Familia BULLIDAE. Jurásico-Reciente

Los acteónidos poseen conchas cónicas, de pared gruesa, abertura alargada y estrecha, con pliegues columelares. Entre los géneros representantes del grupo se cita *Actaeon*.

Los ortostómidos son aquéllos de conchas ovoides, vuelta del cuerpo grande con la abertura larga y estrecha; en el labio externo se aprecian escotaduras columelares. La espira es corta. Los representantes del grupo son jurásicos y cretácicos y, entre ellos, se cuenta *Actaeonella* y *Actaeonina*.

Los búlididos son de concha globular, con un enrollamiento muy flojo que enmascara a la espira. El género *Bulla* es característico del Terciario.

Subclase PULMONATA. Pensilvánico-Reciente

Estos gasterópodos están adaptados a las regiones continentales; el manto se encuentra muy irrigado por vasos, de tal manera que su función es la de una especie de pulmón.

La subclase comprende los órdenes:

Orden BASOMATOPHORA. Pensilvánico-Reciente

Se caracterizan por tener ojos en la base de los tentáculos posteriores. La concha es diferente a la de los moluscos marinos: es lisa, pulida, sin ornamentación, con la abertura circular y sin opérculo. Un ejemplo es *Limnasa*.

Orden STYLOMATOPHORA. Cretácico-Reciente

Este grupo presenta los ojos en la extremidad de los tentáculos posteriores. Por ejemplo *Helix* y *Pupa*.

Los gasterópodos viven en los más diversos medios; los hay marinos que son la mayoría, dulceacuícolas y continentales. La distribución de las especies está limitada por la temperatura, profundidad, acidez del agua y por las características del sustrato. Los habitantes del mar se encuentran en todas las profundidades, generalmente se desplazan por el pie que es ventral y está bien desarrollado, aunque algunos se fijan a las rocas y a los arrecifes. Son animales que se alimentan de plantas, de restos de otros organismos o raramente son parásitos de poliquetos y bivalvos. A través de observaciones actuales se infiere el modo de vida de los fósiles.

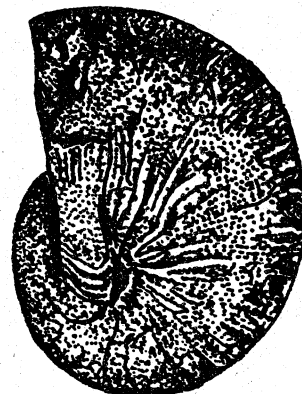
HISTORIA GEOLOGICA EN MEXICO

Los gasterópodos en general tienen una gran importancia por ser muchos de ellos fósiles índices estratigráficos en el Paleozoico y Mesozoico. Son importantes en biología, ya que son los únicos organismos que experimentan torsión del cuerpo. En el Cámbrico no se habían adaptado todavía, el cambio fue gradual con el tiempo.

Una de las faunas fósiles más abundantes de México está constituida por los gasterópodos. Comienzan, como en otros lugares, en el Paleozoico; pero en el país se les encuentra desde el Pérmico con representantes en Sonora como: *Euphemites*, *Warthia*, *Pleurotomaria*, *Omphalotrochus*, *Straparollus* y *Orthonychia*. En el Pérmico de Chiapas se describe al belefontáceo *Bellerophon crassus* (figura 10.21).



?Omphalotrochus sp. del
Pérmico del Antimonio,
Sonora.



Bellerophon crassus del
Pérmico de Comalapa, Chiapas.

Figura 10.21 GASTEROPODOS DEL PERMICO DE MEXICO

En el Jurásico Superior son notables los conjuntos de gasterópodos de Coahuila, Durango y Zacatecas con representantes de nerinéidos (*Nerinea*, *Aptyxiela*) y naticidos (*Natica*), de Petlalcingo-Acatlán, Puebla con nerítidos (*Trachynnerita*), purpurínidos (*Purpuroidea*) y estrómbidos (*Harpagodes oceani*); de la Gachupina, Chiapas, con *Harpagodes oceani*, *Purpuroidea acatlana* y nerinéidos (*Nerinea*) (figura 10.22).



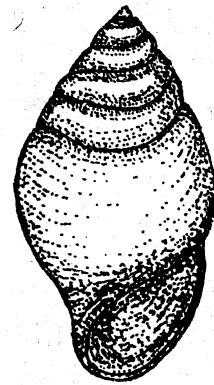
Harpagodes oceani del
Kimeridgiano de Petlal-
cingo, Puebla.

Figura 10.22 GASTEROPODO DEL JURASICO SUPERIOR DE MEXICO

La primera localidad reportada para México es San Juan Raya, del Barremiano-Aptiano, en la región de Tehuacán, Puebla y de ahí proceden numerosas especies de gasterópodos de los géneros: *Cassiope*, *Nerinea*, *Cerithium*, *Craginia*, *Turritella*, *Tylostoma* y *Natica* (figura 10.23).



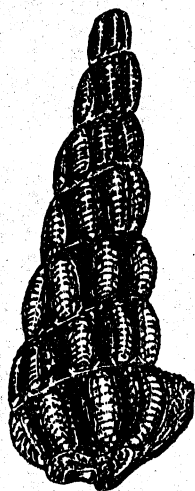
Nerinea sp. del Aptiano
de San Juan Raya, Puebla.



Tylostoma aguilerae del
Aptiano de San Juan Raya,
Puebla.

Figura 10.23 GASTEROPODOS DEL CRETACICO INFERIOR DE SAN JUAN RAYA, PUEBLA

En el Cretácico Inferior (Aptiano-Albiano) se citan numerosos representantes de gasterópodos en Alisitos, Baja California, de las familias de nerinéidos (*Nerinea*, *Aptyxiella*, *Cossmannea*), naticidos (*Natica*) y casiopéidos (*Cassiope*, *Cerithium*); del Albiano en Arivechi, Sonora, se reportan casiopéidos. En la región centro-occidental del país, hay faunas del Aptiano-Albiano en Tuxpan, Jalisco y Tepames, Colima, con casiopéidos (*Cassiope*, *Mesoglaucania*, *Gymnentoma*); neritáceos (*Otostoma*), pseudomelánidos (*Microschiza*) y nerinéidos (*Aptyxiella* y *Ptygmatis*) de la región de Huetamo, Michoacán. Son numerosas las especies y ejemplares de nerinéidos (*Nerinea*, *Eunerinea*, *Aptyxiella*, *Cossmannea*, *Nerinella* y *Plexioptyxis* (figura 10.24).



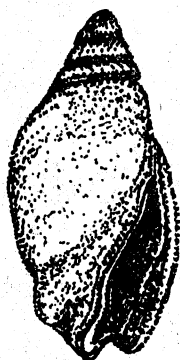
Pyrazus (Echinobathra) valeriae
del Aptiano-Albiano de Tuxpan,
Jalisco.



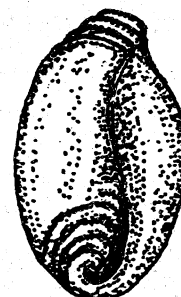
Gymnentome (Gymnentome) zebra
del Albiano de Arivechi, Sonora.

Figura 10.24 GASTEROPODOS DEL CRETACICO INFERIOR DE MEXICO

En el Cretácico Superior se reportan del norte de Baja California, *Turritella*, *Vicarya*, *Cossmannia* y *Plesioptyxis*; de la sierra El Antrisco, Nuevo León, *Turritella*, *Pugnellus*, *Gyrodont*, *Morea*, *Stantonella*, *Buccinopsis* y *Deusenia*; de Cardenas, San Luis Potosí, los géneros: *Pseudomaura*, *Turritella*, *Cerithium*, *Actaeonella*, *Nerinea* y *Longoconcha*; de la región de Atenango del Río, Guerrero, se citan numerosas especies de *Actaeonella*; y de Ocuilapa, Chiapas, los géneros *Haustator*, *Turritella*, *Cerithium*, *Gyrodont*, *Drepanochilus* y *Pseudomaura* (figura 10.25).



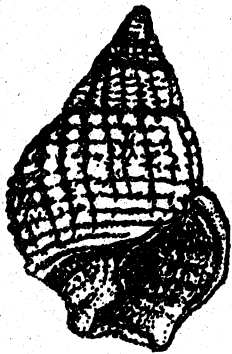
Olivella sp. de Punta Baja,
Baja California.



Actaeonella sp. de Atenago
del Río, Guerrero.

Figura 10.25 GASTEROPODOS DEL CRETACICO SUPERIOR DE MEXICO

Las localidades terciarias con gasterópodos están confinadas a la región norte del país en Baja California, con representantes de los géneros *Turritella*, *Vicarya*, *Olivella*, *Nassarius* y *Cerithiopsis*; y a la región centroriental con faunas miocénicas de Santa Rosa, Veracruz, cuya abundancia de gasterópodos es notable; entre los géneros con numerosas especies están: *Acteonina*, *Acteon*, *Agladrillia*, *Ampullina*, *Architectonica*, *Balcis*, *Bursa*, *Caecum*, *Calliostoma*, *Cancellaria*, *Cerithiopsis*, *Cerithium*, *Conus*, *Crassispira*, *Crucibulum*, *Cymatosyrinx*, *Drillia*, *Epitonium*, *Eulima*, *Fusinus*, *Glyphostoma*, *Marginella*, *Mitrella*, *Murex*, *Naïca*, *Olivella*, *Polinices*, *Scobinella*, *Strioterebrum*, *Strombus*, *Teinostoma*, *Turbonella* y *Turritella* (figura 10,26).



Nassarius (Schizopyga) californianus
del Mioceno de Santa Clara, California.



Cymatosyrinx lunata del Mioceno
de Tehuantepec, Oaxaca.

Figura 10.26 GASTEROPODOS DEL TERCIARIO DE MEXICO

Clase CEPHALOPODA. Cámbrico Superior-Reciente

Es el grupo más importante entre los invertebrados fósiles, pues con ellos se fundó la estratigrafía, debido a que fueron muy abundantes y evolucionaron pronto. Son índices estratigráficos en el Paleozoico y Mesozoico.

En la actualidad son poco numerosos y residuales, hay cerca de 200 especies de pulpos y calamares y tres de *Nautilus* y, del pasado, se han descrito 10,000 especies.

El pulpo y el calamar no presentan concha externa, aunque la gran mayoría de los cefalópodos tuvieron concha. Todos los cefalópodos actuales tienen el pie transformado en tentáculos, los cuales están situados en la cabeza y a veces sirven como pies. En la cabeza existe un par de ojos (parecidos a los de vertebrados) y en el centro de los tentáculos está la boca provista de rádula y de un par de mandíbulas córneas calcificadas. El cuerpo generalmente es alargado, presenta manto que lo envuelve y las vísceras están en la región dorsal. En la cavidad branquial hay uno o dos pares de branquias.

Los cefalópodos son marinos, pelágicos, nadadores y algunos reptan en el fondo; se desplazan por medio de un mecanismo de propulsión a chorro porque arrojan agua por un órgano llamado hipónomo.

CLASIFICACION

Subclase NAUTILOIDEA. Cámbrico Superior-Reciente

Subclase ENDOCERATOIDEA. Ordovícico Inferior-Ordovícico Superior, ?Silúrico Medio

Subclase ACTINOCERATOIDEA. Ordovícico Medio-Carbonífero Superior

Subclase BACTRITOIDEA. Ordovícico-Pérmico

Subclase AMMONOIDEA. Devónico Inferior-Maastrichtiano

Subclase COLEOIDEA. ?Devónico, Misisípico-Reciente

Subclase NAUTILOIDEA. Cámbrico Superior-Reciente

Comprende a numerosos organismos, la gran mayoría extintos. El representante viviente es *Nautilus* y de fósiles hay aproximadamente 2,500 especies. *Nautilus* vive en el mar, en un área restringida al suroeste del Pacífico, en agua tropical y a una profundidad de 500 metros aproximadamente.

Los nautiloideos presentan una concha externa, calcárea, enrollada en espiral (planispiral) e involuta (las vueltas posteriores cubren a las anteriores). El interior está dividido en cámaras, por septos. La primera concha (protoconcha) queda en el centro y todas las demás la envuelven. El animal, a medida que crece, agrega material calcáreo en el margen de la abertura y vive en la última cámara que es la más grande y se llama cámara de habitación. Al resto de la concha se le conoce como fragmocono. La parte externa es lisa o con líneas de color café que excepcionalmente se conservaron en algunos fósiles.

La cabeza tiene 90 tentáculos en las hembras y 60 en los machos, no presentan ventosas; poseen un par de ojos simples muy distintos a los de los calamares. En la región dorsal se encuentra la masa visceral y en la región ventral hay dos pares de branquias. En la cavidad bucal, un par de mandíbulas y una rádula; el tubo digestivo está diversificado en esófago, estómago, intestino y ano. Todos los septos tienen un orificio en el centro y la parte posterior del tejido que los cubre se prolonga hacia atrás, formando un tubo o sifón rodeado de manto muy irrigado, donde circulan células sanguíneas.

Los septos son cóncavos hacia la abertura y se prolongan hacia atrás en los orificios septales, formando los cuellos septales, muchos están recubiertos de calcio; enseguida se observan los anillos conectivos también calcificados, a ese tubo que rodea al sifón, se le llama sifúnculo. En todas las cámaras hay un gas, rico en nitrógeno y gracias a él, el peso de la concha se reduce y flota fácilmente. Como el único tejido vivo es el del sifón, se cree que tiene relación con la secreción del gas.

En la región ventral de la cavidad branquial se encuentra un órgano musculoso tubular, que es el hipónimo y sirve para la propulsión, si lanza el agua adelante, el animal se desplaza hacia atrás. Los nautilus presentan un órgano dorsal a la cabeza que se llama capuchón y sirve para cerrar la abertura. No tienen bolsa de tinta (figura 10.27).

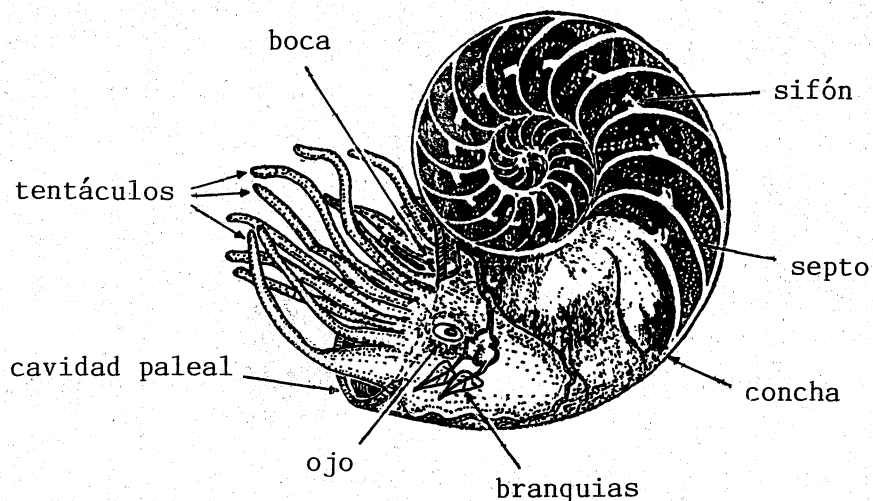


Figura 10.27 MORFOLOGIA DE UN NAUTILOIDEO

CLASIFICACION

- Orden ELLESMEROCERIDA. Cámbrico Superior-Ordovícico Superior, ?Silúrico Superior
- Orden ORTHOCERIDA. Ordovícico Inferior-Triásico Superior
- Orden ASCOCERIDA. Ordovícico Medio-Silúrico Superior
- Orden ONCOCERIDA. Ordovícico Medio-Misisípico
- Orden DISCOSORIDA. Ordovícico Medio-Devónico Medio, ?Devónico Superior
- Orden TARPHYCERIDA. Ordovícico Inferior-Silúrico Superior
- Orden BARRANDEOCERIDA. Ordovícico Medio-Devónico Medio
- Orden NAUTILIDA. Cámbrico Superior-Reciente

Orden ELLESMEROCERIDA. Cámbrico Superior-Ordovícico Superior, ?Silúrico Superior

Este grupo comprende a los nautiloides más primitivos. Las conchas se caracterizan por ser pequeñas, casi siempre rectas o ligeramente curvas y aplanadas. Los septos están

muy próximos y el sifúnculo es marginal. Entre los géneros que caracterizan al orden se cuentan: *Eremoceras* y *Oelandoceras*.

Orden ORTHOCERIDA. Ordovícico Inferior-Triásico Superior

Los ortocéridos tienen las conchas principalmente tubulares rectas, con la sección circular. Los septos son cóncavos y espaciados; el sifón es un tubo subcentral. *Parakionoceras* y *Cyrtocycloceras* son representantes paleozoicos del grupo.

Orden ASCOCERIDA. Ordovícico Medio-Silúrico Superior

Es un grupo caracterizado porque las conchas son globosas, con pocas cámaras. El sifón es plano-convexo y ocupa el centro. Los géneros *Billingsites* y *Parascoceras* son índices del Ordovícico y Silúrico, respectivamente.

Orden ONCOCERIDA. Ordovícico Medio-Misisípico

Las conchas son del tipo cirtocono y brevicono, ensanchadas, con la abertura generalmente estrecha. La cámara de habitación es muy grande y el fragmocono es corto; el sifón marginal o ventral. Los géneros *Gomphoceras* y *Pentameroceras* se citan del orden.

Orden DISCOSORIDA. Ordovícico Medio-Devónico Medio, ?Devónico Superior

El orden comprende organismos cuyas conchas tienen forma y tamaño variables; entre ellas, los ortoconos y cirtoconos con la cámara de habitación y el fragmocono pequeño son comunes. La abertura de la concha es circular o en forma de ranura; el sifón es central, marginal o subcentral, es amplio y tiene los anillos gruesos. *Phragmoceras* es característico del Silúrico Medio de Norteamérica y Europa.

Orden TARPHYCERIDA. Ordovícico Inferior-Silúrico Superior

El orden comprende a los nautiloides enrollados más primitivos. La concha es pequeña, planispiral con el enrollamiento flojo o apretado. El sifúnculo, que es subcentral en las cámaras iniciales, es dorsal o ventral en muchas de las familias. *Cycloplectoceras* se describe del Ordovícico Inferior de Norteamérica.

Orden BARRANDEOCERIDA. Ordovícico Medio-Devónico Medio

Es un grupo con escasos representantes que se caracterizan por sus conchas enrolladas; entre ellas los cirtoconos, giroconos, torticonos, serpenticonos, breviconos rectos y nautiloconos, son comunes.

El sifúnculo es tubular central o subcentral, pero en algunos casos está desplazado a los márgenes. La sutura comienza a complicarse. *Bickmorites* es un género que pertenece al orden.

Orden NAUTILIDA. Cámbrico Superior-Reciente

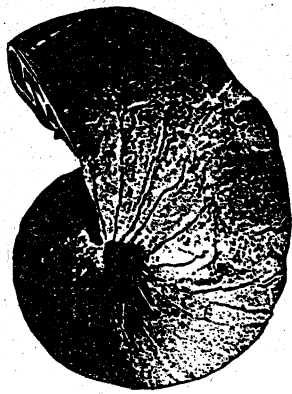
Los nautilíidos constituyen el grupo más ampliamente representado en la subclase.

Las conchas son variables en el tamaño y la forma, pues existen giroconos, ofioconos, nautiloconos y esferoconos. La concha externamente es lisa y en algunos casos tiene liras, espinas, tubérculos o diseños coloridos. El sifón es comúnmente central y en algunos casos dorsal. La sutura de los septos es recta o tiene lóbulos y sillas.

Nautilus pompilus es una especie reciente con una distribución restringida al océano Pacífico tropical. *Goldringia*, *Millkoninkioceras* y *Aturia* son representantes del grupo.

HISTORIA GEOLOGICA EN MEXICO

Entre los Nautiloidea se citan: *Proclydonautilus triadicus* del Triásico del Antimonio, Sonora; *Nautilus burkarti* del Jurásico Superior de Catorce, San Luis Potosí; *Nautilus neohispanicus* del Cretácico Inferior de río Nazas, Durango; *Nautilus texanus* del Cretácico Medio de Coahuila; *Nautilus* cf. *d'-orbignianus* y *Nautilus campbelli* del Cretácico Superior de Baja California (figura 10.28).



Anglonautilus catarinae del Cretácico
Superior de Santa Catarina, Baja Cali-
fornia.



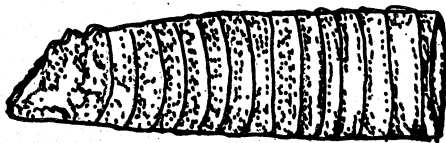
Paracymatoceras milleri del Aptiano
de Mapimí, Durango.

Figura 10.28 NAUTILOIDES DEL CRETACICO DE MEXICO

Subclase ENDOCERATOIDEA. Ordovícico Inferior-Ordovícico Su-
perior, ?Silúrico Medio

Los endoceratoideos tienen la concha recta, generalmente muy grande, pues alcanzan dimensiones de más de 9 metros. La característica que los distingue es la presencia de un sifón, casi siempre ventral, tubular, ancho con endoconos. Los géneros *Endoceras* y *Cameroeras* del Ordovícico son longi-
conos típicos de la subclase.

Las referencias sobre nautiloides o formas afines de México son escasas y se tienen, entre los endocerátidos, a las especies *Rioceras minore* y *Rioceras oaxacaense* del Ordovíci-
co de Nochixtlán, Oaxaca (figura 10.29).



Rioceras minore del Ordovícico
de Nochixtlán, Oaxaca.

Figura 10.29 ENDOCERATIDO DEL ORDOVICICO DE MEXICO

Subclase ACTINOCERATOIDEA. Ordovícico Medio-Carbonífero Superior

Los actinoceratoideos poseen una concha tubular, recta o ligeramente curva, cuyo tamaño varía entre 60 centímetros y 1.80 metros, aunque existen formas mayores.

Estos organismos presentan un sifón bien desarrollado con los segmentos sifonales expandidos. La cavidad sifuncular está ocupada por depósitos anulares y en la región central existe un canal del que parten prolongaciones radiales, las cuales terminan en el perispantium. Entre los ejemplos se encuentran *Actinoceras* y *Ormoceras* del Paleozoico Temprano.

Subclase BACTRITOIDEA. Ordovícico-Pérmico

La subclase comprende a un grupo pequeño de organismos paleozoicos que se relacionan con los amonitas y belemnitas. Este grupo se caracteriza por sus conchas ortocónicas o ligeramente cirtocónicas, que presentan la protoconcha pequeña y el fragmocono y la cámara de habitación grandes.

El sifón es tubular y estrecho y está en posición ventral. Los septos del fragmocono son procélicos y la sutura es simple formada por un lóbulo sifonal, una silla dorsal y lóbulos laterales. Del Pérmico de México, se han descrito a *Bactrites mexicanus* de Las Delicias, Coahuila y a *Bactrites* sp. de Patlanoaya, Puebla.

Subclase AMMONOIDEA. Devónico Inferior-Cretácico Superior

Los amonitas son extintos, vivieron del Devónico al Cretácico Superior (Maastrichtiano). Es el grupo más abundante de los cefalópodos pues se conocen cerca de 7,000 especies fósiles.

Nautilus se relaciona con ellos, pues la concha presenta semejanzas, ya que es planispiral, de simetría bilateral, con el interior dividido en cámaras por medio de septos, y tiene sifón y sifúnculo. Sin embargo existen diferencias

pues los septos no son procélicos sino opistocélicos (convexos a la abertura), el sifúnculo es marginal, generalmente ventral y sólo en los representantes del orden Clymeniida es dorsal, los cuellos septales son prosifonados (dirigidos hacia la abertura), la sutura es más complicada y la concha tiene una ornamentación comúnmente conspicua.

Las conchas de los amonitas presentan las mismas variaciones que las de los nautiloides, pues son rectas, cónicas, curvas, planispirales evolutas e involutas, conispirales y helicoidales.

En la evolución del grupo se efectuaron muchos cambios. Particularmente en la sutura se han observado tres tipos fundamentales de variación:

La sutura goniatítica formada por ondulaciones redondeadas, convexas a la abertura, llamadas sillas y ondulaciones cóncavas angulares o lóbulos, por ejemplo el género *Goniatites*. Estos amonitas vivieron del Devónico al Triásico (figura 10.30).

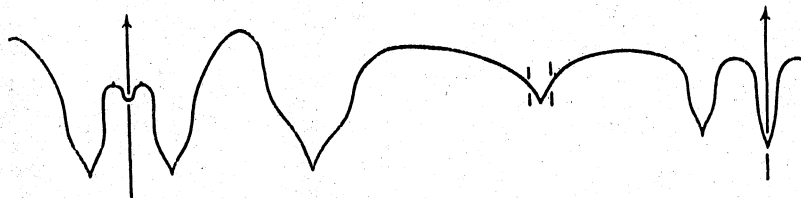


Figura 10.30 SUTURA GONIATITICA

La sutura ceratítica consiste en que las sillas son redondeadas y los lóbulos tienen crenulaciones, como se observa en el género *Ceratites*. El alcance estratigráfico de los ceratítidos queda comprendido entre el Misisípico y el Triásico (figura 10.31).

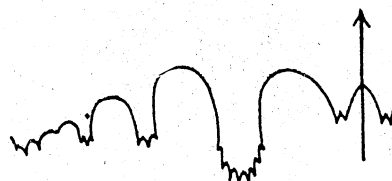


Figura 10.31 SUTURA CERATITICA

La sutura amonítica es muy complicada pues los lóbulos y sillas se subdividen en elementos secundarios y tiene aspecto ramificado. Los amonítidos vivieron del Pérmico al Cretácico (figura 10.32).

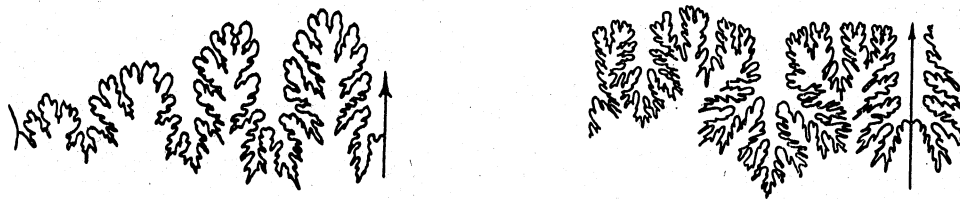


Figura 10.32 SUTURAS AMONITICAS

A medida que pasó el tiempo los amonitas aumentaron de tamaño y modificaron su forma, pues se desenrollaron y la sutura se complicó más, entre algunos ejemplos se cita a *Baculites*, *Hamites*, *Crioceras* y *Scaphites*.

Los amonitas generalmente presentan una estructura opercular formada por una pieza córnea (anaptychus) o por dos piezas calcáreas (aptychus) que cierran la abertura de la cámara de habitación. Estas estructuras rara vez se conservan y cuando se encuentran se utilizan como índices estratigráficos (figura 10.33).

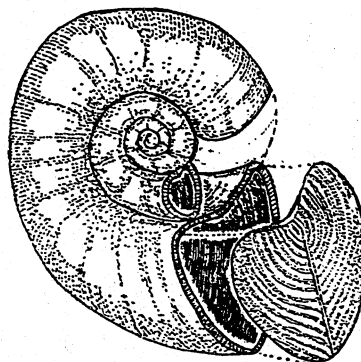


Figura 10.33 APTYCHUS

Orden ANARCESTIDA. Devónico Inferior-Devónico Superior

Orden CLYMENIIDA. Devónico Superior

Orden GONIATITIDA. Devónico Medio-Pérmico Superior

Orden PROLECANITIDA. Devónico Superior-Triásico Superior

Orden CERITIDA. Pérmico Medio-Triásico Superior

Orden PHYLLOCERATIDA. Triásico Inferior-Cretácico Superior

Orden LYTOCERATIDA. Jurásico Inferior-Cretácico Superior

Orden AMMONITIDA. Jurásico Inferior-Cretácico Superior

Orden ANARCESTIDA. Devónico Inferior-Devónico Superior

Son amonitas primitivos de concha discoidal, subdiscoidal, globular o lenticular, las cuales presentan sutura del tipo goniatítico, con tres o cuatro lóbulos laterales y en algunos casos con lóbulos auxiliares. El sifúnculo ocupa posición ventral y es retrosifonado. Entre los géneros característicos del grupo se encuentran *Agoniatites*, *Timanites* y *Anarcestes*.

Orden CLYMENIIDA. Devónico Superior

Amonitas primitivos de concha subdiscoidal, planispiral y suavemente involuta, con ombligo amplio. La sutura tiene un lóbulo lateral profundo y anguloso; existen, además, lóbulos y sillas auxiliares. El sifúnculo es dorsal y retrosifonado. Como ejemplos se citan a *Gonioclymenia* y *Hexaclymenia*.

Orden GONIATITIDA. Devónico Medio-Pérmico Superior

Las conchas son discoidales, subdiscoidales, subglobulares, globulares o lenticulares. La sutura tiene en las formas primitivas ocho lóbulos y en las avanzadas es complicada del tipo amonítico con elementos auxiliares. El sifúnculo es prosifonado y los septos son procélicos. *Agaticeras*, *Perrinites* y *Waagenoceras* son géneros representativos del orden.

Este grupo tiene las conchas discoidales o lenticulares, con ombligo pequeño o amplio. La sutura es del tipo goniático o ceratítico (con lóbulos auxiliares). El sífúnculo es retrosifonado. Entre los géneros se cita a *Boesites*, *Prolecanites* y *Uddenoceras*.

Orden CERATITIDA. Pérmico Medio-Triásico Superior

El orden se caracteriza por sus conchas lenticulares, discoidales, globosas, evolutas o involutas, algunas desenrolladas. Externamente tienen una ornamentación acentuada y variable que consiste en costillas y tubérculos, entre otros elementos. La sutura es del tipo ceratítico. Algunos géneros del orden son *Trachyceras*, *Juvavites* y *Goniolites*.

Orden PHYLLOCERATIDA. Triásico Inferior-Cretácico Superior

Es un grupo pequeño caracterizado por sus conchas ligeramente involutas lisas o con ornamentación poco aparente. La sutura es complicada, pues los lóbulos y las sillas tienen numerosos elementos secundarios, que le confieren un aspecto ramificado. Los géneros *Phylloceras*, *Zetoceras* y *Japonites* se clasifican en el orden.

Orden LYTOCERATIDA. Jurásico Inferior-Cretácico Superior

Los representantes del grupo tienen las conchas evolutas, comúnmente del tipo serpenticono, o anormalmente desenrolladas del tipo baculicono. La ornamentación es variable a base de estrías finas, costillas y várices. La sutura es complicada, pero se observa una simplificación a través del tiempo. Los géneros *Parancyloceras*, *Crioceratites* y *Turritilites* son algunos representantes.

Orden AMMONITIDA. Jurásico Superior-Cretácico Superior

Las conchas presentan un enrollamiento normal, planispiral, evoluta e involuta, lisas o con ornamentación muy notable,

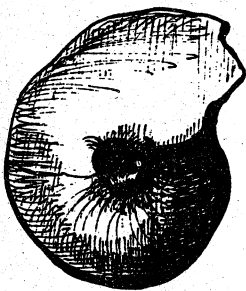
a base de costillas finas y gruesas, nódulos, espinas, várices, entre otros elementos. La sutura es muy complicada del tipo amonítico. *Cheloniceras* y *Oxytropidoceras* se citan de este grupo.

HISTORIA GEOLOGICA

Los amonitas han constituido un grupo muy valioso en la estratigrafía, pues son fósiles guía por excelencia, ya que evolucionaron rápidamente en el tiempo y tuvieron una distribución geográfica amplia.

En México las rocas sedimentarias tienen exposiciones aproximadamente en las tres cuartas partes del país, y las mesozoicas son muy abundantes. Una gran parte de estas rocas contienen amonitas.

Los amonitas paleozoicos son escasos, se citan del Pérmico de Plomosas, Chihuahua a *Perrinites hilli* y de Delicias, Coahuila a *Perrinites*, *Waagenoceras*, *Timorites* y *Kingoceras*. En la región de Olinalá, Guerrero, se menciona la presencia de *Agathiceras freschi*, *Stacheoceras rothi* y *Waagenoceras* sp. La región sureste del país tiene afloramientos pérmicos con *Perrinites hilli* y *Peritrochia mullerriedi* (figura 10.34).

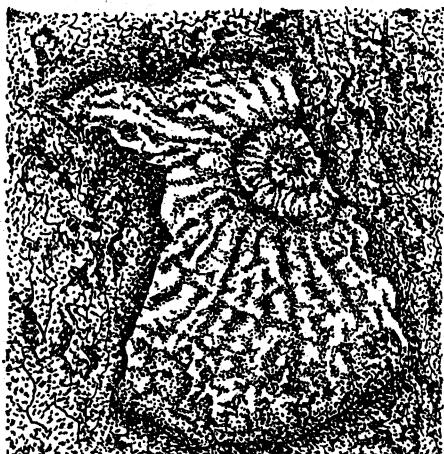


Perrinites hilli del
Pérmico de Plomosas,
Chihuahua.



Pseudogastrioceras haacki
del Pérmico de Las Delicias,
Chihuahua.

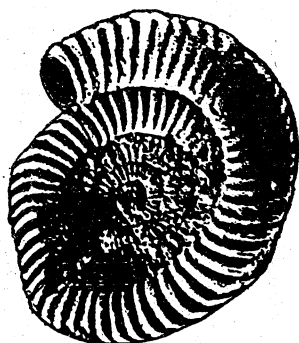
Sobre amonitas mesozoicas de México se ha escrito mucho. En el Triásico de Santa Clara y de la sierra del Alamo, Sonora, se cita a *Traskites*; de Puente del Ahogado, Zacatecas a *Clio*nites, *Juvavites* y *Sirenites* (figura 10.35).



Traskites (Shastites) sp.
del Triásico de Santa Clara,
Sonora.

Figura 10.35 AMONITA DEL TRIASICO DE MEXICO

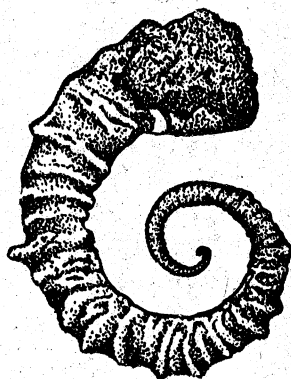
En el Jurásico Inferior son característicos los conjuntos procedentes del Sinemuriano de Huayacocotla, Veracruz con *Coroniceras*, *Echioceras*, *Eoderoceras*, *Eparietites*, *Euagassiaceras*, *Euchinoceras*, *Orthechioceras*, *Oxynotyceras*, *Plesechioceras* y *Vermiceras*; de Huachinango, Puebla, *Arnioceras* y *Litoceras* y de Diquiyú, Oaxaca, *Parastrenoceras* y *Stephanoceras* (figura 10.36).



Vermiceras ophioides cihuacoatlæ
del Sinemuriano de Huayacocotla,
Veracruz.

Figura 10.36 AMONITA DEL JURASICO INFERIOR DE MEXICO

Del Jurásico Medio son notables los amonitas de Oaxaca, entre ellos El Consuelo y Tlaxiaco donde se colectan *Opelia*, *Stephanoceras*, *Zigzagiceras*, *Planisphinctes*, *Leptosphinctes* y *Parastrenoceras* y de Cualac, Guerrero, se reportan *Infrapatoceras*, *Macrocephalites* y *Peltoceras* (figura 10.37).



Infrapatoceras biserratum
del Jurásico Medio de Guerrero y Oaxaca.

Figura 10.37 AMONITA DEL JURASICO MEDIO DE MEXICO

Los amonitas del Jurásico Superior se distribuyen del norte al sur del país en los estados de Durango y Zacatecas con *Aspidoceras*, *Berriasella*, *Durangites*, *Haploceras*, *Holcostephanus*, *Hoplites*, *Idoceras*, *Juraphyllites*, *Kossmatia*, *Nebroditas*, *Neumarya*, *Oppelia* y *Perisphinctes*. En San Luis Potosí, se describen del Tithoniano a *Phylloceras*, *Haploceras*, *Mazapilites*, *Pseudolissoceras*, *Idoceras*, *Aulacosphinctoides*, *Subdichotomiceras*, *Virgatosphinctes*, *Aspidoceras*, *Berriase-lla*, *Kossmatia*, *Durangites* y *Substeueroceras*; en Petlalcingo, Puebla, se describe a *Idoceras* y *Decipia* del Oxfordiano (figura 10.38).



Aspidoceras alamtocensis
del Kimeridgiano-Titoniano
de Catorce, San Luis Potosí.

Mazapilites sp. del
Jurásico Superior de
Zacatecas, Durango y
Coahuila.

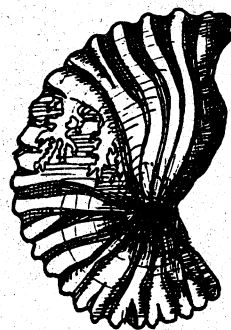
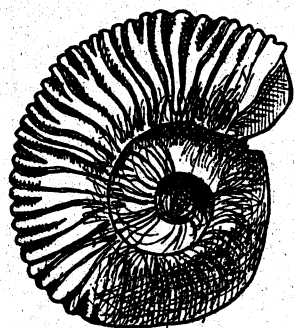


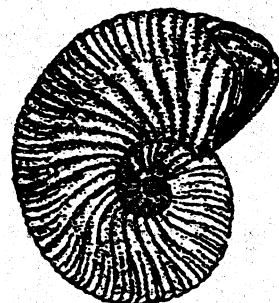
Figura 10.38 AMONITAS DEL JURASICO SUPERIOR DE MEXICO

Los amonitas cretácicos son numerosos y variados, se tienen localidades del Cretácico Inferior en Alisitos, Baja California con *Acanthoplites*. En Lampazos, Sonora con *Beudanticeras*, *Chelonicer*as, *Parahoplites*, *Dufrenoyia*, *Parengonoceras*, *Engonoceras* y *Hoplites*.

De Durango y Zacatecas se citan *Acanthoceras*, *Acanthodiscus*, *Ammonitoceras*, *Anisoceras*, *Berriasella*, *Brancoceras*, *Criocer*as, *Desmoceras*, *Douvillieiceras*, *Dufrenoyia*, *Hamites*, *Leopoldia*, *Lytoceras*, *Mariella*, *Neocomites*, *Olcostephanus*, *Parahoplites*, *Scaphites*, *Schloenbachia*, *Spiticeras*, *Steurocer*as, *Turrilites* y *Baculites* (figura 10.39).



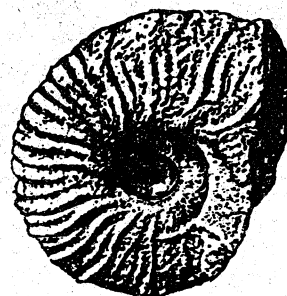
Berriasella sp. del
Tithoniano-Berriasiano
de Coahuila y Durango.



Hoplites otomitli del neoco-
miano de Tlaxiaco, Oaxaca.



Dufrenoyia sp. del
Aptiano de Coahuila
y Durango.



Uhligella reesidei del
Aptiano de Coahuila.

Figura 10.39 AMONITAS DEL JURASICO SUPERIOR-CRETACICO INFERIOR DE MEXICO

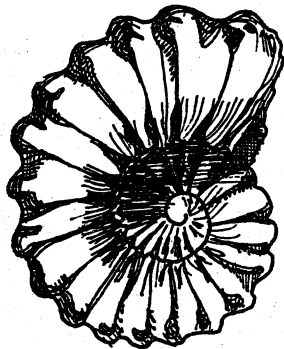
En el Albiano de Placer de Guadalupe, Chihuahua, se encontró a *Engonoceras*, y en el Cenomaniano de cerro de Muleros, Chihuahua, a *Schloenbachia* (figura 10.40)

Schloenbachia bravoensis del Albiano
de cerro Muleros, Chihuahua.



Figura 10.40 AMONITA DEL CRETACICO MEDIO DE MEXICO

En el Cretácico Superior se citan del norte del país en Baja California a *Baculites* y *Parapachydiscus*; del Turoniano en Zacatecas y Coahuila a *Pachydiscus* y *Acanthoceras* (figura 10.41).



Acanthoceras del
Cenomaniano de
Coahuila.

Mariella sp. del Albiano-
Cenomaniano de Camacho,
Zacatecas.

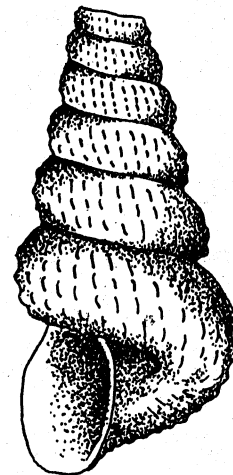


Figura 10.41 AMONITAS DEL CRETACICO SUPERIOR DE MEXICO

Del sur del país se reportan de varias localidades de Guerrero a *Peroniceras* y *Barroisiceras*.

Los cefalópodos son organismos marinos, pelágicos, que se desplazan porque el pie está transformado en tentáculos y por un mecanismo de propulsión a chorro. El desplazamiento no sólo es horizontal, sino también vertical, debido a que llenan la concha con nitrógeno; son más pesados o ligeros según sea el caso. Son abundantes entre los 60 y 130 m, no pasan de los 700 m.

La gran variedad de formas de la concha en los nautiloideos paleozoicos y los amonoideos, sugiere que se adaptaron a vivir en diferentes condiciones ambientales. Las conchas de nautiloideos con coloración permiten deducir que vivían en aguas someras de mares cálidos; en la actualidad ocurre lo contrario, pues viven a gran profundidad. Las conchas lisas de amonoideos sugieren que vivían a cierta profundidad y las ornamentadas, en aguas someras.

Subclase COLEOIDEA. Misisípico-Reciente

La subclase comprende a todos los cefalópodos actuales, con excepción de *Nautilus* (Subclase Nautiloidea). Son marinos, nadadores activos, pues están provistos de un eficiente hipónomo y algunos de un par de aletas. Entre ellos se pueden mencionar a los calamares, los pulpos y las sepias.

En la cabeza existe un par de ojos muy desarrollado y un número variable de tentáculos (6, 8 ó 10) con ventosas. En el centro de éstos, se halla la boca provista de mandíbula y rádula. La masa visceral es dorsal y la cavidad branquial es ventral y, a diferencia de la de otros cefalópodos, tiene un par de branquias. Todos los actuales presentan bolsa de tinta, que utilizan como un mecanismo de defensa. Poseen una concha interna o carecen de ella.

Los coleoideos son comestibles y por lo tanto tienen importancia económica (figura 10.42).

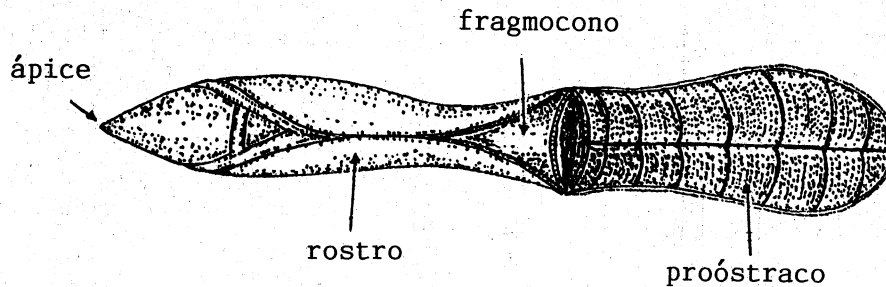


Figura 10.42 MORFOLOGIA DE UN COLEOIDEO

CLASIFICACION

- Orden BELEMNITIDA. ?Misisípico-Eoceno
- Orden PHRAGMOTTEUTHIDA. Pérmico Superior-Triásico Superior, ?Jurásico Inferior
- Orden TEUTHIDA. Jurásico-Reciente
- Orden SEPIIDA. Jurásico Superior-Reciente
- Orden OCTOPIDA. Cretácico Superior-Reciente

Orden BELEMNITIDA. ?Misisípico-Eoceno

Es un grupo importante en paleontología. Fueron abundantes en los mares del Jurásico y Cretácico y se utilizan como fósiles índice. Como son extintos, se conoce únicamente el esqueleto interno que es más desarrollado que el de los otros coleoideos; sin embargo existen escasas impresiones de las partes blandas en el Jurásico de Solnhofen, Alemania. En México en Tepexi de Rodríguez, Puebla, se halló un ejemplar del género *Neohibolites*, con el rostro sólido conservado.

El esqueleto está formado por el rostro que consiste en un cono de calcita compacta, terminado en punta. La sección

234 del rostro es circular y los cristales de calcita tienen un arreglo radial. El fragmocono es una concavidad situada en la parte anterior del rostro, en ella se encuentran septos transversales, cóncavos a la abertura; la pared de la concha se continúa dorsalmente en una lámina o proóstraco. El sifón es ventral y marginal.

Como ejemplos se citan *Belemnitella* y *Belemnites* del Jurásico y Cretácico del mundo.

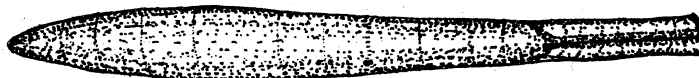
HISTORIA GEOLOGICA EN MEXICO

En el país existen varias localidades mesozoicas con belemnitas, entre ellas, se citan del Triásico de Sonora a *Choanoteuthis antimonioensis*, *Dictyoconites* sp. y *Metabelemnites* sp. cf. *M. philipii*. Del Jurásico Superior de Zacatecas al género *Cylindroteuthis* y del Cretácico de Puebla a *Neohibolites praeultimus*, *Neohibolites minimus obtusus*, *Neohibolites minimus clavaformis*, *Neohibolites aff. minimus pinguis* (figura 10.43).



Coanoteuthis y *Metabelemnites* del Triásico de Santa Clara, Sonora.

Neohibolites minimus clavaformis del Albiano de Tepexi de Rodríguez, Puebla.



El orden comprende formas parecidas a belemnitas antiguos. Se caracteriza por tener brevicono dividido en cámaras y el proostraco que es mucho más largo que el fragmocono, está formado por tres piezas que abarcan las tres cuartas partes de la abertura. El sifón es dorsal y el rostro está escasamente desarrollado. *Phragmoteuthis* es un género común del grupo.

Orden TEUTHIDA. Pensilvánico-Reciente

Son todos los calamares. Su tamaño es variable, generalmente de 15 cm de largo, pero en la actualidad existe *Architeuthis* de 16 metros de longitud.

El esqueleto es interno y vestigial, consiste en una placa calcárea situada en la región posterodorsal, conocida comúnmente como "pluma de calamar".

En la parte anterior del cuerpo se localiza la cabeza provista de diez tentáculos, dos de ellos más largos, y un par de ojos bien desarrollados; el cuerpo está rodeado por un manto grueso y musculoso; a los lados tienen un par de aletas que utilizan para mantener el equilibrio.

Estos animales se desplazan por un mecanismo de propulsión a chorro, pues entre la cabeza y el manto se encuentra el hipónimo que utilizan para esa función.

Orden SEPIIDA. Jurásico Superior-Reciente

Las sepias y formas afines se clasifican en este orden. Son parecidas a los calamares, tienen el cuerpo aplanado dorso-ventralmente, con un esqueleto calcáreo interno en forma de escudo dorsal, ligeramente convexo, que protege al cuerpo y más desarrollado que en los calamares. Esta lámina es

delgada de perfil y en la región ventral tiene un tejido calcáreo esponjoso formado por septos transversales que están unidos entre sí por otros longitudinales; el extremo posterior de la placa es compacto y corresponde al rostro. Se conocen desde el Jurásico por el hallazgo de *Voltzia palmeri* en Cuba.

Orden OCTOPIDA. Cretácico Superior-Reciente

Está representado por los pulpos. Tienen ocho tentáculos del mismo tamaño, provistos de ventosas. Estos invertebrados no poseen concha ni aletas. Existen desde el Cretácico pues dejaron su impresión en lodos suaves de una localidad del Líbano.



BIVALVOS

ACTINODONTO. Con los dientes radiales, a partir del umbón.

ADUCTORES. Los dos pares de músculos que cierran las valvas.

ANFIDETICO. Ligamento externo que se encuentra a ambos lados del umbón.

ANISOMIARIA. Concha con los músculos desiguales.

ANODONTO. Sin dientes en la charnela.

AREA CARDINAL. Superficie triangular, comúnmente plana, que se extiende entre el umbón y la charnela.

BISO. Sustancia córnea o fibrosa que sirve para la fijación de la concha a cualquier superficie.

CARINA. Angulación prominente en el lado posterior de la concha.

CONDROFORO. Hueco que aloja al ligamento (resilium) cuando es interno.

COMISURA. La línea de unión de las dos valvas.

CONCENTRICA. Se refiere a la ornamentación que siguen las líneas de crecimiento de la concha.

CONQUIOLINA. Proteína que forma parte de la concha de los bivalvos.

COSTILLA. Saliente gruesa y aguda que parte del umbón hacia los márgenes.

CRIPTODONTO. Que carece de dientes en la charnela.

CHARNELA. Estructura formada por el ligamento y los dientes.

DIMIARIO. Con dos músculos aductores.

DIVARICADA. Ornamentación de la concha que consiste en costillas divergentes.

DUPLIVINCULAR. Ligamento compuesto por series de segmentos insertados en surcos estrechos del área charnelar.

EQUILATERAL. Con los márgenes anterior y posterior semejantes.

EQUIVALVA. Con las valvas iguales.

ESCUDO. Area posterior delimitada por las valvas y el umbón, donde se aloja el ligamento.

EXOIRA. Cuando la valva izquierda es convexa, con el umbón enrollado posteriormente y la valva derecha es plana.

FORAMEN. Orificio.

HETERODONTO. Con dientes cardinales y laterales en la charnela.

HOMOMIARIO. Con los músculos aductores iguales.

IMPRESION MUSCULAR. Cicatriz que dejan los músculos en el interior de la concha.

INEQUILATERAL. Concha con los lados diferentes.

INEQUIVALVA. Concha con las valvas diferentes.

ISODONTO. Charnela con numerosos dientes pequeños y uniformes.

ISOMIARIOS. Con los dos músculos aductores iguales.

LIGAMENTO. Prolongación dorsal del piriostraco, que permite la apertura de las valvas.

LINEA PALEAL. Marca ventral dejada por el manto en el interior de la concha.

LUNULA. Depresión anterior en forma de corazón.

MANTO. Tegumento blando que cubre al cuerpo y secreta a la concha.

MONOMIARIO. Con un solo músculo.

NACARADA. Aspecto lustroso en la parte interna de la concha.

OPISTODETICO. Ligamento externo situado atrás del umbón.

OPISTOGIRO. Umbón girado posteriormente.

PAQUIDONTO. Tipo de charnela con dientes muy desarrollados.

PARIVINCULAR. Ligamento cilíndrico, paralelo al eje de articulación de la concha.

PRISMATICA. Estructura de la concha con prismas de calcita o aragonita.

PRODISOCONCHA. Concha embrionaria.

PROSOIRO. Umbón dirigido anteriormente.

RESILIUM. Ligamento interno.

RESILIFERO. Depresión interna donde se aloja el ligamento.

SENO PALEAL. Surco posterior del manto, donde se encuentran los sifones.

SIFON. Estructura tubular formada por el manto en los bivalvos de hábitos cavadores.

TAXODONTO. Con numerosos dientes semejantes en la charnela.

UMBON. Región convexa en el ápice de la concha.

VALVA. Cada una de las estructuras calcáreas de las que está formada la concha.

239

VENTRAL. Area opuesta a la charnela.

GASTEROPODOS

ABERTURA. Orificio de la concha que comunica al organismo con el medio circundante, conocida también como peristoma.

ALADO. Extensión del labio externo.

ANTERIOR. En dirección hacia la abertura de la concha.

APICE. Inicio de la concha opuesto a la abertura.

BASE. La última vuelta de la concha.

CALLO. Secreción calcárea sobre el labio inferior.

CANAL SIFONAL. Prolongación tubular de la región anterior de la concha.

CANCELLADA. Ornamentación con aspecto de rejilla.

CARINA. Borde espiral anguloso de las vueltas.

CIRTOCONO. En forma de cono con los lados convexos.

COLUMELLA. Eje interno en el centro de la concha.

CONISPIRAL. Concha en forma de cono.

DEXTRAL. Cuando la abertura de la concha queda orientada a la derecha del observador.

DISCOIDAL. Concha de forma orbicular, más o menos aplanada.

ESCOTADURA. Hendidura estrecha en el labio exterior.

ESPIRA. Conjunto de vueltas de la concha, con excepción de la última.

HELICONO. Concha enrollada siguiendo una hélice.

HIPERTROFICA. Concha aparentemente sinestral.

HOLOSTOMADO. Abertura de la concha completa, sin escotaduras o canales.

LABIO EXTERNO. Contorno exterior de la abertura.

LABIO INTERNO. Contorno interior de la abertura.

LINEAS DE CRECIMIENTO. Marcas paralelas a la abertura de la concha.

LIRAS. Líneas finas horizontales en las vueltas de la concha.

NATICIFORME. Forma de concha, en la cual la vuelta del cuerpo es amplia y la espira corta.

NODOSO. Ornamentación de la concha en forma de pequeños tubérculos.

OMBLIGO. Cavidad o depresión alrededor del eje de enrollamiento.

OPERCULO. Estructura en forma de tapa, plana o convexa, que cierra la abertura de la concha.

ORTOTROFICA. Concha con un enrollamiento normal.

PATELIFORME. Concha en forma de cono amplio y bajo.

PERIOSTRACO. Cubierta externa de la concha constituida por conquiolina.

PROTOCONCHA. La parte inicial de la concha formada por varias vueltas.

RAMPA. Superficie saliente en las vueltas.

RETICULADO. Ornamentación en forma de red.

SELENIZONA. Escotadura anal cerrada, propia de los gasterópodos con dos branquias y que corresponde a la fasciola anal de otros gasterópodos.

SIFONOSTOMADA. Concha en la que el peristoma tiene desde una leve entrante hasta un canal anterior de longitud variable, cuya función es la de contener al sifón inhalante.

SINESTRAL. Cuando la abertura queda a la izquierda del observador.

SUTURA. Línea que separa a las vueltas de la concha.

TURRICULADO. Concha formada por numerosas vueltas que aumentan levemente de tamaño.

VARIIX. Costilla gruesa que se presenta longitudinalmente en las vueltas.

VUELTA. Cada uno de los diferentes giros que forman la concha.

VUELTA DEL CUERPO. La última vuelta del cuerpo o la base del caracol.

CEFALOPODOS

ABERTURA. Orificio de la cámara de habitación que comunica con el exterior.

ADAPICAL. En dirección al ápice de la concha.

ADORAL. En dirección a la boca.

AMONITIDO. Tipo de sutura compleja en que las sillas y lóbulos están ondulados o lenticulados.

ANAPTYCHUS. Placa córnea que cierra la abertura de los amonitas.

ANILLO CONECTIVO. Segmento parcialmente córneo y calcáreo del sifúnculo.

APTYCHUS. Par de placas que cierra la abertura de los amonitas.

BISULCADA. Concha con dos surcos longitudinales.

BREVICONO. Concha cónica con el diámetro amplio.

BULLA. Protuberancia de la concha, alargada radialmente.

CAMARA. Espacio comprendido entre dos septos.

CAMARA DE HABITACION. La última cámara de la concha.

CERATITICO. Tipo de sutura con la sillitas redondas y los lóbulos denticulados.

CIRTOCONO. Concha cónica, esbelta y curva.

CLAVUS. Tubérculos ovalados en dirección al enrollamiento de la concha.

COMPRIMIDA. Concha más alta que ancha.

CONSTRICCION. Depresión externa y radial de la vuelta.

COSTILLA. Pliegue radial espaciado, recto, curvo, sinuoso; simple o bifurcado; completo o interrumpido. Las costillas en conjunto constituyen la ornamentación de la concha.

2. CIRTOCONO. Concha cónica, esbelta y curva.

2. CONSTRICCION. Depresión externa y radial de la vuelta.

CUELLO SEPTAL. Extensión tubular del septo que rodea al sifúnculo.

DORSAL. Lado opuesto al venter de la concha.

ELIPTOCONO. Concha con enrollamiento elíptico.

EMBUDO. Organo tubular que expelle el agua del interior de la concha.

ENDOCONO. Depósitos cónicos calcáreos del fragmocono de los endocerátidos.

ESFEROCONO. Concha casi esférica, involuta con el ombligo pequeño.

EVOLUTA. Concha con un enrollamiento flojo, donde se observa el ombligo, en ambos lados.

FRAGMOCONO. Parte tabicada de la concha, con excepción de la cámara de habitación.

GIROCONO. Concha enrollada en espiral abierta.

- 242 GONIATITIDO. Tipo de sutura sencilla con sillas y lóbulos redondos, sin denticulaciones, con excepción del lóbulo central.
- HETEROMORFO. Conchas con enrollamiento diferente al típico de los amonitas.
- HIPONOMO. Tubo formado por el manto, cuya función es la de expeler el agua del interior de la concha.
- INVOLUTA. Concha con enrollamiento apretado en el que las vueltas posteriores cubren a las anteriores.
- LIRA. Estría fina radial en la superficie de la concha.
- LOBULO. Elemento de la sutura cóncavo a la abertura.
- LONGICONO. Concha cónica esbelta, recta o curva.
- NAUTILOCONO. Concha involuta.
- OFIOCONO. Concha enrollada planispiralmente, que tiende a ser involuta.
- OMBLIGO. Area central deprimida de la concha.
- OPISTOCELICO. Septo convexo a la abertura.
- ORTOCONO. Concha recta.
- PERISPATIUM. Oquedad cercana a la pared de la concha en los actinocerátidos.
- PLANISPIRAL. Concha con enrollamiento en un solo plano.
- PROCELICO. Septo cóncavo hacia la abertura.
- PROSIFONADO. Cuello septal hacia la abertura.
- RETROSIFONADO. Cuello septal dirigido en sentido contrario a la abertura.
- ROSTRO. Estructura cilíndrica calcificada de los belemnitas.
- SEPTO. Tabique que divide al fragmocono.
- SERPENTICONO. Concha con enrollamiento planispiral flojo.
- SIFON. Tubo formado por el manto dispuesto internamente en la concha.
- SILLA. Elemento de la sutura, ondulado hacia la abertura.
- SURCO. Hendidura ventral de la concha.
- TABIQUE. Septo.
- TUBERCULO. Nódulo en la parte externa de la concha.
- VENTER. Pared periférica comprimida en la vuelta.

MONOPLACOFORA

KNIGHT, J.B. y E.L. YOCHELSON, 1958, *A reconsideration of the Monoplacophora and the primitive Gastropoda*. Malac. Soc. London. Proc., v. 33, pt. 1, p. 37-48, lám. 5.

_____, 1964, *Monoplacophora, Treatise on Invertebrate Paleontology, Part. 1*. Geol. Soc. America y Univ. Kansas Press (Moore Editor) p. 177-184.

LEMICHE, HENNING, 1957, *A new living deep sea mollusk of the Cambro-Devonian class Monoplacophora*. Nature, v. 179, p. 413-416, fig. 1-4 (Londres).

RUSCONI, CARLOS, 1954, *Fósiles Cámbricos y Ordovícicos de San Isidro*. Bull. Paleontológico de Buenos Aires, no. 30, 4 p.

YOCHELSON, E.L., 1958, *Some Lower Ordovician monoplacophoran mollusks from Missouri*. Washington Acad. Sci, Jour., v. 48, no. 1, p. 8-14, fig. 1-13.

ANFINEURA

ASHBY, EDWIN, 1925, *Monograph on Australian fossil Polyplacophora (chitons)*. Roy. Soc. Victoria, Proc., new ser., v. 37, pt. 2, p. 170-205, lám. 18-22 (Melbourne).

_____, 1929, *Notes and additions to Australian fossil (Polyplacophora (chitons))*. Ibid, v. 41, pt. 2, p. 220-230, pl. 24.

BERRY, C.T., 1940, *Some fossil Amphineura from the Atlantic Coastal Plain of North America*. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, Proc., v. 91 (1939), p. 207-217, pl. 9-12.

BERRY, S.S., 1922, *Fossil chiton of western North America*. California Acad. Sci., Proc., ser. 4, v. 11, no. 18, p. 399-526, pl. 1-16, text fig. 1-11 (San Francisco).

DECHASEAUX, COLETTE, *Classe des Amphineures*. In PIVETEAU, J., *Traité de Paléontologie*, v.2, p. 210-215, fig. 1-4, Masson (Paris).

FUCINI, A., 1912, *Polyplacophora del Lias Inferiore della Montagna di Casale in Sicilia*. Paleontographica Italica, Pisa, v. 18, p. 105-127, pl. 18-19.

HEATH, HAROLD, 1911, *Reports on the scientific results of the expedition to the tropical Pacific, in charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish Commission Steamer Albatross, from August 1899 to June 1900, Commander Jefferson F. Moser.-XIV.- The Solenogastres*. Cambridge, Mus. Comp. Zool., Harvard Coll., Mem., v. 45, p. 1-182, pl. 1-40.

- 244 HOFFMAN, H., 1929, *Aplacophora*. in BRONN, H.G., *Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs*, v. 3, pt. 1, p. 1-134, text figs. 1-80; bibliography of 41 titles.
- PILSBRY, H.A., 1898, *Order Aplacophora v. Ihering*. *Man. Conch.*, Acad. Nat. Sci. Philadelphia, v. 17, p. 281-310.
- SMITH, A.G., 1960, *Amphineura. Treatise on Invertebrate Paleontology, Part. I*. Geol. Soc. America y Univ. Kansas Press (Moore Editor), p. 141-176.

BIVALVIA

- ALENCASTER, GLORIA, 1956, *Pelecípodos y Gasterópodos del Cretácico Inferior de la región de San Juan Raya-Zapotitlán, estado de Puebla*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana Núm. 2, 47 p., 7 lám.
- _____, 1961, *Fauna fósil de la Formación Santa Clara (Cárnico) del estado de Sonora*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana Núm. 11, pte. 3, 44 p., 6 lám.
- _____, 1963, *Pelecípodos del Jurásico Medio del noroeste de Oaxaca y noreste de Guerrero*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana Núm. 13, 52 p., 12 lám.
- _____, 1971, *Rudistas del Cretácico Superior de Chiapas, Parte 1*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana Núm. 34, 91 p., 24 lám.
- _____, 1973, *Una nueva especie de Toucasia en el Cretácico Medio de los estados de Oaxaca y Puebla*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana Núm. 36, p. 1-18, 3 lám.
- _____, 1977, *Moluscos y braquiópodos del Jurásico Superior de Chiapas*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Revista, v. 1, p. 151-166.
- _____, 1978, *Presencia del Tethys en el sureste de México durante el Jurásico Superior*. Actas II Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, y I Congreso Latinoamericano de Paleontología, Buenos Aires, v. 5, p. 9-14.
- _____, 1984, *Late Jurassic-Cretaceous molluscan paleogeography of the southern half of Mexico*. Geol. Assoc. of Canadá, Special Paper 27, p. 77-88.
- _____, 1987, *Moluscos bentónicos de la mitad meridional de México durante el Cretácico*. Soc. Mexicana de Paleontología, vol. 1, no. 1, p. 1-23.

- ALENCASER, G. y BUITRON, B.E., 1965, *Fauna del Jurásico Superior de la región de Petlalcingo, estado de Puebla*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana Núm. 21, pte. 2, 53 p., 14 lám.
- _____, GONZALEZ-ALVARADO JORGE y RANGEL, S.R., 1984, *Bioestratigrafía y paleoecología de Coixtlahuaca-Tomellín, Oaxaca*. Mém. III. Congr. Latinoamericano de Paleontología, Oaxtepec, Morelos, México, p. 315-339.
- ALMAZAN, V.E. y BUITRON, B.E., 1984, *Bioestratigrafía del Cretácico Inferior de Baja California, México*. Mém. III Congr. Latinoamericano de Paleontología, Oaxtepec, Morelos, México, p. 378-387.
- APPLEGATE, S.P., BUITRON, B.E. y LOPEZ NERI, P., 1982. *La cantera Tlayua en la región de Tepexi de Rodríguez, Puebla; el Solnhofen de México*. VI Convención Geológica Nal., Soc. Geol. Mexicana. Libro de Resúmenes, p. 39-40.
- BOLAÑOS, L.L. y BUITRON, B.E., 1984. *Contribución al conocimiento de los inocerámidos de México*. Mem. III Congr. Latinoamericano de Paleontología, Oaxtepec, Morelos, México, p. 406-413.
- BOSE, EMIL, 1906a, *Sobre algunas faunas terciarias de México*. Instituto Geológico, México, Bol. 22, 97 p., 12 lám.
- _____, 1906b, *La fauna de moluscos del Senoniano de Cárdenas, San Luis Potosí*. Instituto Geológico, México, Bol. 24, 95 p., 18 lám.
- _____, 1910, *Monografía geológica y paleontológica del cerro de Mulleros cerca de Ciudad Juárez, estado de Chihuahua y descripción de la formación cretácica de la Encantada, Placer de Guadalupe, estado de Chihuahua*. Instituto Geológico, México, Bol. 25, 193 p., 48 lám.
- _____, 1913, *Algunas faunas del Cretácico Superior de Coahuila y regiones limítrofes*. Instituto Geológico, México, Bol. 30, 56 p., 8 lám.
- X _____, 1923, *Algunas faunas características de Zacatecas, Durango y Guerrero*. Instituto Geológico, México, Bol. 42, 219 p., 19 lám.
- BUITRON, B.E., 1977, *Invertebrados (Crinoidea, Bivalvia) del Pensilvánico de Chiapas*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Revista v. 2, no. 1, p. 65-68.
- _____, 1982, *Mollusks (Bivalvia and Gastropoda) from the Late Jurassic of North Zacatecas, Mexico. Their systematic study and Paleobiogeographic significance*". 3rd North American Paleontological Convention, Montreal, Canada. Jour Paleont., v. 56, suppl. 3, p. 4.
- _____, PANTOJA-ALOR, JERJES y ALENCASER, GLORIA, 1978, *Secuencia estratigráfica del Cretácico Inferior del cerro de Tuxpan, Jalisco*. Soc. Geol. Mexicana. IV Convención Geológica Nacional, México, D.F., Libro de Resúmenes, p. 12.

- _____ y MATA-QUINTANA, R., 1979, *Invertebrados (Mollusca-Vermes) del Cretácico Superior de la región de Villa Acuña, Coahuila*. III Congreso Nal. de Zoología, Aguascalientes, México, Libro de Resúmenes, p. 50.
- _____, BOLAÑOS, L. L. y LEDEZMA, ODILON, 1981, *Geología y Paleontología de la sierra de Santa Cristina, Zacatecas, México*. Geol. Soc. America, 77th Annual Meeting, Cordilleran Section, Hermosillo, Sonora, Abstract, p. 47.
- _____ y GONZALEZ-LEON, CARLOS, 1982, *Bioestratigrafía de la sierra del Alamo, NW de Sonora, México*. Actas del V Congr. Latin. de Geología, Buenos Aires, Argentina, p. 721-730.
- _____ y MALPICA, C.R., 1987, *Tepexi de Rodríguez, Puebla, una localidad fosilífera famosa de México*. I Congreso Nal. de Paleontología. Libreto-guía de la excursión, 24 p.
- BURCKHARDT, CARL, 1906, *La faune Jurassique de Mazapil avec un appendice sur les fossiles du Crétacique Inférieur*. Inst. Geol. México, Bol. 23, 211 p., 43 lám.
- _____, 1912, *Faunes jurassiques et cretaciues de San Pedro del Gallo*. Instituto Geológico, México, Bol. 29, 264 p. 46 lám.
- _____, 1919, *Faunas jurásicas de Symon (Zacatecas) y faunas cretácicas de Zumpango del Río (Guerrero)*. Tomo I. Texto; Tomo II, Atlas. Instituto Geológico, México, Bol. 33, 135 p., 32 láms.
- _____, 1925, *Faunas del Aptiano de Nazas (Durango)*. Instituto Geológico, México, Bol. 45, 71 p., 10 lám.
- _____ y SCALIA, S., 1905, *La faune martine du Trias Supérieur de Zacatecas*. Instituto Geológico, México, Bol. 21, 44 p., 8 lám.
- CASTILLO, A. y AGUILERA, J.G., 1895, *Fauna fósil de la sierra Catorce, San Luis Potosí*. Comisión Geol. México (Instituto Geológico, México), Bol. 1, 55 p., 24 lám.
- COOGAN, A.H., 1973, *Nuevos rudistas del Albiano y Cenomaniano de México y del sur de Texas*. Instituto Mexicano del Petróleo, Rev., v. 5, p. 51-83, 9 lám.
- COOPER, G.A., DUNBAR, C.O., DUNCAN, H., MILLER, A.K. y KNIGHT, J.B., 1965, *Fauna pérmica de El Antimonio, oeste de Sonora, México*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Bol. 58, pte. 3, 119 p., 26 lám.
- FLORES DE DIOS, G.A. y BUITRON, B.E., 1982, *Revisión y aportes a la Estratigrafía de la montaña de Guerrero*. Univ. Autón. Guerrero, Serie Técnico Científica, Núm. 12, 28 p.
- GONZALEZ, L.C. y BUITRON, B.E., 1984, *Bioestratigrafía del Cretácico Inferior del área de Lampazos, Sonora, México*. Mem. III Congr. Latin. Paleontología, Oaxtepec, Morelos, p. 371-377.

- GUADARRAMA-MOULAT, O., 1981, *Catálogo de invertebrados fósiles del Paleozoico de México*. V Congreso Nal. Zoología, Cuernavaca, Morelos. Libro de Resúmenes, p. 115.
- _____ y BUITRON, B.E., 1980, *Catálogo de invertebrados del Cenozoico de México*. IV Congreso Nal. Zoología, Ensenada, Baja California. Libro de Resúmenes, p. 178.
- HURTADO, G.B., 1984, *Implicaciones paleoecológicas de los moluscos cretácicos (Bivalvia, Gastropoda) de la región de Cd. del Maíz, San Luis Potosí*. Mem. III Congr. Latin. Paleontología, Oaxtepec, Morelos, p. 415-424.
- MYERS, R.L., 1968, *Biostratigraphy of the Cardenas Formation (Upper Cretaceous) San Luis Potosi, Mexico*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana Núm. 24, 89 p. 16 lám.
- PERRILLIAT, M.C., 1960, *Moluscos del Mioceno de la cuenca salina del istmo de Tehuantepec, México*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana Núm. 8, 38 p., 4 lám.
- _____, 1963a, *Moluscos de la Formación Agueguesquite (Mioceno Medio) del istmo de Tehuantepec, México*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. de Geología, Paleontología Mexicana Núm. 14, 45 p., 6 lám.
- _____, 1963b, *Moluscos del Terciario Inferior del noreste de México*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana Núm 19, 26 p., 15 lám.
- _____, 1968, *Fauna del Cretácico y Terciario del norte de Baja California*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana Núm. 25, 36 p., 8 lám.
- _____, 1976-1977, *Monografía de los moluscos del Mioceno Medio de Santa Rosa, Veracruz, México, partes V-VI*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana Nos. 42, 53 p. y 43, 60 p.
- SEIBERTZ, EKBERT y BUITRON, B.E., 1988, *La localidad Tipo de la Formación Xilitla, San Luis Potosí, México (Cretácico Medio)*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Revista 7, Núm. 1, p. 116-118.
- YOUNG, KEITH, 1987, *Biogeography and stratigraphy of selected Middle Cretaceous rudists of Southwestern America*. Mem. III Congr. Latinoamericano de Paleontología, Oaxtepec, Morelos, p. 341-360.

- ALENCASTER, GLORIA, 1956, *Pelecípodos y gasterópodos del Cretácico Inferior de la región de San Juan Raya-Zapotitlán, Estado de Puebla*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana Núm. 2, 47 p., 7 lám.
- _____, 1977, *Moluscos y braquiópodos del Jurásico Superior de Chiapas*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Revista, v. 1, p. 151-166.
- _____, 1978, *Presencia del Tethys en el sureste de México durante el Jurásico Superior*. Actas II Congreso Argentino de Paleontología y Estratigrafía y I Congreso Latinoamericano de Paleontología, Buenos Aires, v. 5, p. 9-14.
- _____, 1984, *Late Jurassic-Cretaceous molluscan Paleography of the southern half of Mexico*. Geol. Assoc. of Canada. Special Paper 27, p. 77-88.
- _____, 1987, *Moluscos bentónicos de la mitad meridional de México durante el Cretácico*. Soc. Mexicana de Paleontología, vol. 1, no. 1, p. 1-23.
- _____ y BUITRON, B.E., 1965, *Fauna del Jurásico Superior de la región de Petlalcingo-Acatlán, Estado de Puebla*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana Núm. 21, 53 p., 14 lám.
- _____, GONZALEZ ALVARADO JORGE y RANGEL, S.R., 1984, *Bioestratigrafía y paleoecología de Coixtlahuaca-Tomellín, Oaxaca*. Memoria III Congr. Latinoamericano de Paleontología, Oaxtepec, Morelos, México, p. 315-339.
- ALMAZAN, V.E. y BUITRON, B.E., 1984, *Bioestratigrafía del Cretácico Inferior de Baja California, México*. Memoria III Congr. Latinoamericano de Paleontología, Oaxtepec, Morelos, México, p. 378-387.
- APPLEGATE, S.P., BUITRON, B.E. y LOPEZ-NERI, POMPEYO, 1982, *La cantera Tlayua en la región de Tepexi de Rodríguez, Puebla; el Solnhofen de México*. VI Convención Geológica Nal. Soc. Geológica Mexicana. Libro de Resúmenes, p. 39-40.
- BOSE, EMIL, 1906a, *Sobre algunas faunas terciarias de México*. Inst. Geol. México, Bol. 22, 97 p., 12 lám.
- _____, 1906b, *La fauna de moluscos del Senoniano de Cárdenas, San Luis Potosí*. Inst. Geol. México, Bol. 24, 95 p., 18 lám.

- _____, 1910, *Monografía geológica y paleontológica del cerro de Mule-ros cerca de Ciudad Juárez, estado de Chihuahua y descripción de la forma cretácica de la Encantada, Placer de Guadalupe, estado de Chihuahua*. Inst. Geol. México, Bol. 25, 193 p., 48 lám.
- _____, 1913, *Algunas faunas del Cretácico Superior de Coahuila y regiones limítrofes*. Instituto Geológico de México, Bol. 30, 56 p., 8 lám.
- _____, 1923, *Algunas faunas cretácicas de Zacatecas, Durango y Guerrero*. Inst. Geol. México, Bol. 42, 219 p., 19 lám.
- BITRON, B.E., 1977, *Bellerophon (Bellerophon) crassus Meek y Worthen (Mollusca-Gastropoda) en el Pérmico de Chiapas*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Revista, v. 1, p. 69-73.
- _____, 1980, *La familia Nerineidae (Mollusca-Gastropoda) en el Cretácico Temprano de Huetamo, Michoacán*. IV Congr. Nal. Zoología, Univ. Autón. Baja California Norte, Libro de Resúmenes, p. 180.
- _____, 1981, *Los gasterópodos del Occidente de México y sus implicaciones paleobiogeográficas*. II Congr. Latinoamericano de Paleontología, vol. 1, p. 343-357.
- _____, 1981, *Gasterópodos del Cretácico Temprano de Tamazula, Jalisco*. V. Congr. Nacional de Zoología, Univ. Autón. de Morelos, Libro de Resúmenes, p. 123.
- _____, 1982, *Mollusks (Bivalvia and Gastropoda) from the Late Jurassic of North Zacatecas, Mexico. Their systematic study and paleogeographic significance*. 3rd. North American Paleontological Convention, Montreal, Canada. Jour. Paleontology, v. 56, suppl. 3, p. 4.
- _____, 1984, *Late Jurassic bivalves and gastropods from northern Zacatecas, Mexico and their biogeographic significance*. Geol. Soc. Canada, Special Paper 27, p. 89-98.
- _____, 1986, *Gasterópodos del Cretácico (Aptiano-Albiano) del Cerro de Tuxpan, Jalisco*. Bol. Soc. Geol. Mexicana, v. 47, Núm. 2, p. 17-30.
- _____, MARTINEZ, E y GLACON, J. Y G., 1976, *Correlación de especies del género Nerinea y Microfauna del Aptiano de México y la Región Mediterránea*. III. Congr. Latinoamericano de Geología. Acapulco, Guerrero, Libro de Resúmenes, p. 16.
- _____, PANTOJA-ALOR, J. y ALENCASER, GLORIA, 1978, *Secuencia estratigráfica del Cretácico Inferior del Cerro de Tuxpan, Jalisco*. IV Convención Nal. Soc. Geol. Mexicana, México, D.F., vol. 39, p. 36.
- _____, y ARECHAVALETA, H.Y., 1978, *Gasterópodos (Mollusca-Gastropoda) del Cretácico Superior de Ocuilapa, Chiapas*. II Congr. Nal. de Zoología, Monterrey, Nuevo León, Libro de Resúmenes, p. 28.

- _____ y MATA-QUINTANA, R., 1979, *Invertebrados (Mollusca, Vermes) del Cretácico Superior de Villa Acuña, Coahuila*. III Congr. Nal. de Zoología, Aguascalientes, Ags. Libro de Resúmenes, p. 47.
- _____ y BOLAÑOS, L.L., 1980, *Restos de coloración en las conchas de los gasterópodos fósiles cretácicos del occidente de México*. IV Congr. Nal. de Zoología, Univ. Nal. Autón. de Baja California Norte, p. 181.
- _____ y BARCELO, J., 1980, *Nerineidos (Mollusca-Gastropoda) del Cretácico Inferior de San Juan Raya, Puebla*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Rev. 4, núm. 1, p. 45-55.
- _____ y GONZALEZ-LEON, C., 1982, *Bioestratigrafía de la sierra del Alamo, NW de Sonora, México*. V Congr. Latinoamericano de Geología, Buenos Aires, Argentina, Actas, p. 721-730.
- _____ y RIVERA-CARRANCO, E., 1985, *Nerineidos (Gastropoda-Nerineacea) cretácicos de la región de Huetamo-San Lucas, Michoacán*. Bol. Soc. Geológica Mexicana, v. 46, núm. 1, p. 65-78.
- _____ y MALPICA, C.R., 1987, *Tepexi de Rodríguez, Puebla, una localidad fosilífera famosa de México*. I Congr. Nal. de Paleontología, Libro-guía de la excursión, 24 p.
- COOPER, G.A., DUNBAR, C.O., DUNCAN, H., MILLER, A.K. y KNIGHT, J.B., 1965, *Fauna Pérmica de El Antimonio, oeste de Sonora, México*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Bol. 58, pte. 3, 119 p., 26 lám.
- FLORES DE DIOS, G.A. y BUITRON, B.E., 1982, *Revisión y aportes a la Estratigrafía de la Montaña de Guerrero*. Univ. Autón. Guerrero, Serie Técnico Científica, núm. 12, 28 p.
- GERTMAN, R.L., 1969, *Cenozoic typhinae (Mollusca:Gastropoda) of the western region*. Tulane Stud. Geol. Paleont., v. 7, 143-191, 3 text fig. 8 lám.
- GONZALEZ, L.C. y BUITRON, B.E., 1984, *Bioestratigrafía del Cretácico Inferior del área de Lampazos, Sonora, México*. Mem. III Congr. Latín. Paleontología, Oaxtepec, Morelos, p. 371-377.
- GUADARRAMA-MOULAT, O., 1981, *Catálogo de invertebrados fósiles del Paleozoico de México*. V Congreso Nal. Zoología, Cuernavaca, Morelos. Libro de Resúmenes, p. 115.
- _____ y BUITRON, B.E., 1980, *Catálogo de invertebrados del Cenozoico de México*. IV Congreso Nal. Zoología, Ensenada, Baja California. Libro de Resúmenes, p. 178.
- HURTADO, G.B., 1984, *Implicaciones paleoecológicas de los moluscos cretácicos (Bivalvia, Gastropoda) de la región de Cd. del Maíz, San Luis Potosí*. Mem. III Congr. Latín. Paleontología, Oaxtepec, Morelos, p. 415-424.

- MICHAUD, F., 1984, *Algunos fósiles de la Formación Ocozocuautila, Cretácico Superior de Chiapas*. III Congr. Latinoamericano de Paleontología, Oaxtepec, Morelos, Memoria p. 425-429.
- MORALES-SOTO, S., 1987, *Nerineacea (Mollusca-Gastropoda) del Cretácico Inferior de la parte norte del estado de Guerrero*. Revista Soc. Mexicana de Paleontología, vol. 1, Núm. 1, p. 203-216.
- MYERS, R.L., 1968, *Biostratigraphy of the Cardenas Formation (Upper Cretaceous) San Luis Potosi, Mexico*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana Núm. 24, 89 p., 16 láms.
- PERRILLIAT, M.C., 1960, *Moluscos del Mioceno de la cuenca salina del istmo de Tehuantepec, México*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana Núm. 8, 38 p., 4 lám.
- _____, 1963a, *Moluscos de la Formación Agueguexquite (Mioceno Medio) del istmo de Tehuantepec, México*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana Núm. 14, 45 p., 6 lám.
- _____, 1963b, *Moluscos del Terciario Inferior del noreste de México*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana Núm. 19, 26 p., 15 lám.
- _____, 1968, *Fauna del Cretácico y Terciario del norte de Baja California*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana Núm. 25, 36 p., 8 lám.
- _____, 1972-1974, *Monografía de los moluscos del Mioceno Medio de Santa Rosa, Veracruz, México*. Partes I-III. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana Nos. 32, 35 y 37, 184 p.
- ROMO DE LA ROSA, E y BUITRON, B.E., 1987, *Gasterópodos del Cretácico de una región limítrofe entre los estados de Michoacán y Guerrero*. Mem. del Simposio de México y América Central. Esc. de Ciencias de la Tierra, Linares, Nuevo León, p. 107-110.
- VOKES, E.H., 1968, *Cenozoic Muricidae* of the western Atlantic region*. Part. IV. Hexaplex and Murexiella. Tulane Stud. Geol., vol. 6, p. 85-126, 8 lám.

CEFALOPODOS

- ALENCASTER, GLORIA, 1961, *Fauna fósil de la Formación Santa Clara (Cárnico) del estado de Sonora*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana no. 11, pte. 3, 44 p., 6 lám.

- _____, 1984, *Late Jurassic-Cretaceous molluscan paleogeography of the Southern half of Mexico*. Geol. Soc. Canada, Special Paper 27, p. 77-88.
- _____ y BUITRON, B.E., 1965, *Fauna del Jurásico Superior de la región de Petlalcingo, estado de Puebla*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana no. 21, pte. 2, 53 p., 14 lám.
- ARANDA, G.M., GOMEZ, L.E. y CONTRERAS, M.B., 1987, *El Jurásico Superior (Kimmeridgiano-Tithoniano) en el área de Santa María del Oro, Durango, México*. Soc. Mexicana de Paleontología, Revista vol. 1, no. 1, p. 75-87.
- BOSE, EMIL, 1906a, *La fauna de moluscos del Senoniano de Cárdenas, San Luis Potosí*. Inst. Geol. México, Bol. 24, 95 p., 18 lám.
- _____, 1910, *Monografía geológica y paleontológica del cerro de Muñeros cerca de Ciudad Juárez, estado de Chihuahua*. Inst. Geol. México, Bol. 25, 193 p., 48 lám.
- _____, 1923, *Algunas faunas cretácicas de Zacatecas, Durango y Guerrero*. Inst. Geol. México, Bol. 42, 219 p., 19 lám.
- BUITRON, B.E. y GONZALEZ-LEON, C., 1982, *Bioestratigrafía de la sierra del Alamo, noroeste de Sonora, México*. V Congreso Latinoamericano de Geología, Argentina, Actas vol. 1, p. 721-730.
- BURCKHARDT, CARL, 1906, *La faune Jurassique de Mazapil avec un appendice sur les fossiles du Crétacique Inférieur*. Inst. Geol. México, Bol. 23, 211 p., 43 lám.
- _____, 1912, *Faunes jurassiques de San Pedro del Gallo*. Inst. Geol. México, Bol. 29, 264 p., 46 lám.
- _____, 1919, *Faunas jurásicas de Symon (Zacatecas) y faunas cretácicas de Zumpango del Río (Guerrero)*. Tomo I. Texto y Atlas. Inst. Geol. México, Bol. 33, 135 p., 32 lám.
- _____, 1925, *Faunas del Aptiano de Nazas (Durango)*. Inst. Geol. México, Bol. 45, 71 p., 10 lám.
- _____, 1927, *Cefalópodos del Jurásico Medio de Oaxaca y Guerrero*. Inst. Geol. México, Bol. 47, 105 p., 34 lám.
- _____, 1930, *Etude synthetique sur le Mesozoique mexicain*. Mém. Soc. Paleont. Suisse, vol. 49-50, 280 p.
- _____ y SCALIA, S., 1905, *La faune marine du Trias Supérieur de Zacatecas*. Inst. Geol. México, Bol. 21, 44 p., 8 lám.
- CANTU-CHAPA, A., 1963, *Etude Biostratigraphique des Ammonites du Centre et de l'Est du Mexique. (Jurassique Supérieur et Crétacé)*. Mém. Soc. Geol. France, vol. 99: 1-102.

- CANTU-CHAPA, A., 1968a, *El límite Jurásico-Cretácico en Mazátepec, Puebla (México)*. Rev. Ings. Petroleros, no. 8, p. 5-276.
- _____, 1968b, *Sobre una asociación Proniceras-Durangites "Hildoglochiceras" del noreste de México*. Revista Instituto Mexicano del Petróleo, no. 2, p. 4-5.
- _____, 1971, *La serie Huasteca (Jurásico Medio-Superior) del centro-este de México*. Rev. Inst. Mexicano del Petróleo, no. 3, p. 17-40.
- _____, 1976, *Nuevas localidades del Kimmeridgiano y Titoniano en Chihuahua (Norte de México)*. Rev. Inst. Mexicano del Petróleo, no. 2, p. 38-45.
- _____, 1987, *Las amonitas del Albiano Superior de Tepexi de Rodríguez, Puebla*. Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología, vol. 1, no. 1, p. 159-160.
- CANTU-CHAPA, C.M., 1968, *Las rocas Eocretácicas de Zitácuaro, Michoacán*. Rev. Inst. Mexicano del Petróleo, no. 2, p. 1-18.
- CARRASCO, BALDOMERO, 1966, *Presencia del género Submortonicerias en el Campaniano Inferior de la Provincia de Coahuila, norte de México*. Rev. Ings. Petroleros, no. 6, p. 1-15.
- CASTILLO, A. y AGUILERA, J. G., 1895, *Fauna fósil de la sierra de Catorce, San Luis Potosí*. Comisión Geol. México, Inst. Geol. México, Bol. 1, 55 p., 24 lám.
- CLARK, D.L., 1965, *Heteromorph ammonoids from the Albian and Cenomanian of Texas and adjacent areas*. Geol. Soc. America, Mem. 95, 99 p., 24 lám.
- CONTRERAS, B. y NUÑEZ, M., 1984, *Estudio bioestratigráfico basado en amonitas de las rocas liásicas de Honey-Pahuatlán, Puebla*. III Congr. Latinoamericano de Paleontología, Oaxtepec, Morelos, Memoria, p. 156-163.
- FLORES, L.A. y BUITRON, B.E., 1982, *Revisión y aportes de la Estratigrafía de la Montaña de Guerrero*. Univ. Autón. Guerrero, Serie Técnico-Científica, no. 12, 28 p.
- ERBEN, H.K., 1954, *Dos amonitas nuevos y su importancia para la estratigrafía del Jurásico Inferior de México*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. de Geología, Paleontología Mexicana no. 1, 23 p., 1 lám.
- _____, 1956, *El Jurásico Inferior de México y sus amonitas*. México, Congr. Geol. Internal., 20, 393 p., 41 lám.
- GONZALEZ-A, C., 1974, *Phylloceras del Cretácico Inferior de San Juan Raya-Zapotitlán, estado de Puebla, México*. Bol. Soc. Geol. Mexicana, v. 35, p. 29-37, 1 lám.

- GONZALEZ, A.C., 1977, *Amonitas del Coniaciano (Cretácico Superior) de la región de Tepetlapa, estado de Guerrero*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Revista vol. 1, no. 2, p. 167-173.
- _____ y COMAS, OSCAR, 1981, *Una nueva localidad del Cretácico Inferior (Neocomiano) en el estado de Oaxaca*. Bol. Soc. Geol. Mexicana no. 42, p. 69-77.
- GONZALEZ-LEON, C. y BUITRON, B.E., 1984, *Bioestratigrafía del Cretácico Inferior del área de Lampazos, Sonora*. III Congr. Latinoamericano de Paleontología, Oaxtepec, Morelos, México. Memoria, p. 371-377.
- GUTIERREZ, R.R.M. y BUITRON, B.E., 1979, *Amonitas (Mollusca-Cephalopoda) del Cretácico Inferior del extremo oriental de Durango y consideraciones sobre Taxonomía Numérica*. III Congreso Nal. de Zoología, Univ. Autón. de Aguascalientes, México. Libro de Resúmenes, p. 48.
- HUMPHREY, W.E., 1949, *Geology of the Sierra de los Muertos area, Mexico*. Geol. Soc. America Bull., no. 60, p. 89-176.
- IMLAY, R.W., 1936, *Geology of the Western part of the Sierra de Parras*. Geol. Soc. America Bull., 47 p., p. 1091-1152.
- _____, 1937, *Lower Neocomian Fossils from the Miquihuana Region, Mexico*. Jour. Paleont., vol. 11, p. 552-574.
- _____, 1938a, *Ammonites of the Taraises Formation of northern Mexico*. Geol. Soc. America Bull., 49, p. 539-602.
- _____, 1938, 1940, *Neocomian faunes of northern Mexico*. Geol. Soc. America Bull., 51, p. 117-190.
- _____, 1943, *Upper Jurassic Ammonites from the Placer de Guadalupe District, Chihuahua, Mexico*. Jour. Paleont. 18, p. 527-543.
- _____, 1944, *Correlation of the Cretaceous Formations of the Grater Antille, Central America and Mexico*. Soc. Geol. America Bull., 55, p. 1005-1045.
- _____, 1953, *Las formaciones Jurásicas de México*. Bol. Soc. Geol. Mexicana, vol. 16, p. 1-65.
- _____, 1980, *Jurassic Paleobiogeography of the Conterminous United States in the Continental Setting*. Geol. Survey Prof. Paper., 1062, p. 1-134.
- _____, 1984, *Jurassic ammonite succession in North America and biogeographic implications*. Geol. Assoc. Canada, Special Paper 27, p. 1-12.
- JONES, T.S., 1938, *Geology of Sierra de la Peña and Paleontology of the Indidura Formation*. Geol. Soc. America Bull., 49, p. 69-150.
- KAUFFMAN, E.G., 1984, *Paleobiogeography and evolutionary response dynamic in the Cretaceous Western interior seaway of North America*. Geol. Assoc. Canada, Special Paper 27, p. 273-306.

- MILLER, H.W., Jr., 1961, *Belemnoids del Triásico Superior del estado de Sonora*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana no. 11, pte. 4, 15 p., 1 lám.
- MOORE, R.C., y SYLVESTER-BRADLEY, P.C., 1957, Taxonomy and nomenclature of aptychi. *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part. L*. Geological Society of America and University of Kansas Press, (Moore editor), p. L465-L471.
- OCHOTERENA, HECTOR, 1965, *Amonitas del Jurásico Medio y del Calloviano de México. I*. Parastrenoceras gen. nov. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana no. 16, 26 p., 5 lám.
- _____, 1966, *Amonitas del Jurásico Medio de México. II*. Infrapatoceras gen. nov. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana no. 23, 18 p., 3 lám.
- OLORIZ, F., 1984, *El significado biogeográfico de las plataformas mexicanas en el Jurásico Superior. Consideraciones sobre un modelo eco-evolutivo*. Soc. Mexicana de Paleontología, vol. 1, no. 1, p. 219-247.
- PANTOJA-ALOR, J., 1959, *Estudio geológico de reconocimiento de la región de Huetamo, estado de Michoacán*. Bol. Cons. Rec. Nat. No Renovables. 50, p. 1-36.
- PEÑA-MUÑOZ, M., 1964, *Amonitas del Jurásico Superior y del extremo oriental del estado de Durango, México*. Univ. Nal. Autón. México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana no. 20, 33 p., 10 lám.
- SEIBERTZ, E. y BUITRON, B.E., 1984, *Paleontología y estratigrafía de los Neohibolites del Albiano de Tepexi de Rodríguez, estado de Puebla. (Cretácico Medio, México)*. Soc. Mexicana de Paleontología, Memoria vol. 1, no. 1, p. 285-299, 1 lám.
- SCHLATTER, R. y SCHMIDT-EFFING, R., 1984, *Bioestratigrafía y fauna de amonitas del Jurásico Inferior (Sinemuriano) del área de Tenango de Doria (estado de Hidalgo, México)*. III Congr. Latinoamericano de Paleontología, Oaxtepec, Morelos, Memoria, p. 154-155.
- TAYLOR, D.G., CALLOMON, J.H., HALL, R., SMITH, P.L., TIPPER, H.W. y WESTERMANN, G.E.G., 1984, *Jurassic ammonite biogeography of Western North America; the tectonic implications*. Geol. Assoc. Canada. Special Paper 27, p. 121-141.
- THOMPSON, M.L., 1956, *Rocas Paleozoicas del sur de México*. Congr. Geol. Internal. Exc. C-15, México D.F., p. 61-82.
- VERMA, H.M., y WESTERMANN, G.E.G., 1973, *The tithonian (Jurassic) ammonite fauna and stratigraphy of Sierra Catorce, San Luis Potosí, México*. Bull. America. Paleont., v. 63, n. 277, 217 p., 35 lám.

VILLASEÑOR, M.A.B. y GONZALEZ, A.C., 1987, *Fauna de amonitas y presencia de Lamellaptychus murocostatus Trauth del Jurásico Superior de la Sierra de Palotes, Durango*. Univ. Nal. Autón. México. Instituto de Geología, Revista vol. 7, no. 1, p. 71-77.

_____, MARTINEZ, C.A. y CONTRERAS, M.B., 1987, *Bioestratigrafía del Paleozoico Superior de San Salvador Patlanoaya, Puebla, México*. Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología, vol. 1, no. 1, p. 396-413, 4 lám.

WESTERMANN, G.E.G., 1981, *The Upper Bajocian and Lower Bathonian (Jurassic) Ammonite faunas of Oaxaca, Mexico and Westtethyan affinities*. Univ. Nal. Autón. México. Instituto de Geología, Paleontología Mexicana no. 46, 42 p., 11 lám.

_____, 1984, *The Late Bajocian Duashnoceras association (Jurassic ammonitina) of Mixtepec in Oaxaca, Mexico*. III Congreso Latinoamericano de Paleontología, Oaxtepec, Morelos, México, Memoria, p. 192-199.

_____, CORONA, R., y CARRASCO, R., 1984, *The Andean Mid-Jurassic Neuquenicerias ammonite assemblage of Cualac, Mexico*. Geol. Assoc. of Canada. Special Paper 27, p. 99-112.

CAPITULO 11 PHYLUM ARTHROPODA

Los artrópodos constituyen un grupo con numerosos representantes en la actualidad y en el pasado. Son organismos adaptados a vivir en la región continental, en áreas acuáticas y en el aire. El cuerpo y los apéndices están segmentados y cubiertos por quitina (polisacárido). La respiración es por branquias o tráqueas, según sea el caso. Se reproducen sexualmente. Vivieron con seguridad a partir del Cámbrico, pero hay indicios de su existencia anterior a este periodo (figura 11.1).

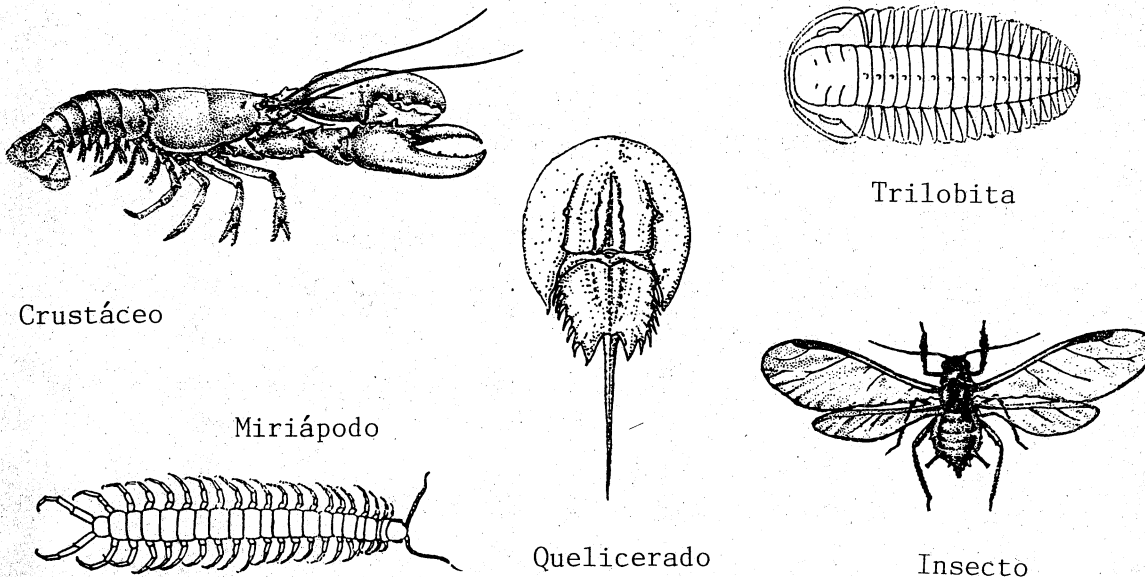


Figura 11.1 DIFERENTES TIPOS DE ARTROPODOS

Supersubphylum PROTARTHROPODA. ?Precámbrico, Cámbrico-Reciente

Subphylum PENTASTOMIDA. Reciente

Subphylum TARDIGRADA. Reciente

Subphylum ONYCHOPHORA. ?Precámbrico, Cámbrico-Reciente

Supersubphylum EUARTHROPODA. Cámbrico-Reciente

Subphylum TRILOBITOMORPHA. Cámbrico-Pérmico

Clase TRILOBITOIDEA. Cámbrico-Devónico

Subclase MEROSTOMOIDEA. Cámbrico-Devónico

Subclase PSEUDONOTOSTRACA. Cámbrico

Subclase MARRELLOMORPHA. Cámbrico

Clase TRILOBITA. Cámbrico Inferior-Pérmico Medio

Subphylum CHELICERATA. Cámbrico-Reciente

Clase MEROSTOMATA. Cámbrico-Reciente

Subclase XIPHOSURA. Cámbrico-Reciente

Subclase EURYPTERIDA. Ordovícico-Pérmico

Clase ARACHNIDA. Silúrico-Reciente

Subclase LATIGASTRA. Silúrico-Reciente

Subclase STETHOSTOMATA. Carbonífero (Pensilvánico)

Subclase SOLUTA. Devónico-Carbonífero (Pensilvánico)

Subclase CAULOGASTRA. ?Devónico, Carbonífero (Pensilvánico)-
Reciente

Subphylum PYCNOGONIDA. Devónico-Reciente

Subphylum MANDIBULATA. Cámbrico-Reciente

Clase CRUSTACEA. Cámbrico-Reciente

- Subclase BRANCHIOPODA. Cámbrico-Reciente
- Subclase CEPHALOCARIDA. Reciente
- Subclase OSTRACODA. Ordovícico-Reciente
- Subclase COPEPODA. Reciente
- Subclase CIRRIPIEDIA. Ordovícico-Reciente
- Subclase MALACOSTRACEA. Pérmico-Reciente

Clase MYRIAPODA. Pensilvánico-Reciente

- Subclase CHILOPODA. Pensilvánico-Reciente
- Subclase DIPLOPODA. Pensilvánico-Reciente
- Subclase SYMPHYLA. Reciente
- Subclase PAUROPODA. Reciente

Clase HEXAPODA. Devónico-Reciente

- Subclase COLLEMBOLA. Devónico-Reciente
- Subclase PROTURA. Reciente
- Subclase INSECTA. Pensilvánico-Reciente

Supersubphylum PROTARTHROPODA. ?Precámbrico, Cámbrico-Reciente

Estos invertebrados tienen parecido con los gusanos, sin embargo se clasifican en este grupo porque presentan características fundamentales de los artrópodos, aunque el recubrimiento de quitina esté ausente. Los apéndices son articulados y la boca posee mandíbula. Comienzan en el Precámbrico, continúan hasta el presente y comprenden a un grupo aberrante que es parásito de invertebrados.

Los subphyla PENTASTOMIDA y TARDIGRADA tienen únicamente representantes recientes, por lo que no se tratarán.

Subphylum ONYCHOPHORA. ?Precámbrico, Cámbrico-Reciente

El rango estratigráfico de los onicóforos queda comprendido entre el Precámbrico y el Reciente. Se caracterizan porque tienen aspecto vermiforme; el cuerpo es cilíndrico, sin diferenciación cefálica; sin embargo, la parte anterior presenta un par de anténulas cortas y pequeñas, ojos, y boca con dos mandíbulas. El cuerpo está cubierto por un tegumento quitinoso, sin segmentación, pero marcado con numerosos anillos que tienen de 10 a 43 papilas donde se implantan los apéndices locomotores.

El subphylum comprende el orden PROTONYCHOPHORA que es del Precámbrico (?) y del Cámbrico. Se caracteriza porque sus representantes fueron marinos. Presentan la boca terminal, papilas frontales y antenas ramificadas, pares de patas cortas con seis prolongaciones terminales. Como ejemplo se cita a *Aysheaia* colectado en la lutita Burgess de la Columbia Británica, en Canadá y a *Xenusion* del Precámbrico de Suiza. En México no hay fósiles de este grupo reportados hasta ahora (figura 11.2).



Aysheaia del Cámbrico de Canadá.

Figura 11.2

Supersubphylum EUARTHROPODA. Cámbrico-Reciente

Este grupo incluye organismos de cuerpo cubierto por una capa rígida de quitina; está generalmente segmentado y dividido en tres partes principales (cabeza, tórax y abdomen) con apéndices movibles por medio de músculos. Los euartrópodos tienen un mayor desarrollo de los órganos sensoriales y de los sistemas nervioso y circulatorio. Los sexos están separados y se desarrollan a través de numerosos estadios larvales.

El crecimiento se logra por medio de mudas. Vivieron desde el Precámbrico y hay representantes actuales.

Subphylum TRILOBITOMORPHA. Cámbrico-Pérmico

Los trilobitomorfos son artrópodos acuáticos del Paleozoico, que comprenden a los trilobitas y a formas primitivas relacionadas con ellas, las que provienen del Cámbrico Medio de la Columbia Británica en Canadá.

Clase TRILOBITOIDEA. Cámbrico-Devónico

Son acuáticos, con antenas preorales e indicios de apéndices birramificados; presentan branquias laterales ramificadas. Fueron formas acuáticas que nadaban en el fondo de los mares y algunos fueron planctónicos. El grupo comprende 16 géneros, entre ellos, *Marrella* y *Sidneyia* del Cámbrico Medio de Columbia Británica al oeste de Canadá. Es un grupo extinto del Paleozoico; en México no hay representantes fósiles (figura 11.3).

Marrella splendens del
Cámbrico de Canadá.

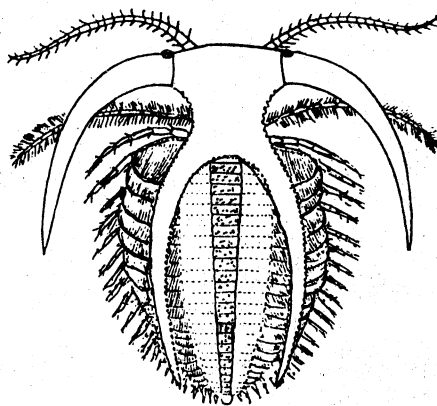


Figura 11.3

Clase TRILOBITA. Cámbrico-Pérmico

Son artrópodos marinos, caracterizados por presentar un exoesqueleto quitinoso dividido longitudinalmente en tres

partes o lóbulos. Horizontalmente tienen la región cefálica, en general bien desarrollada (cefalón), que se articula con el tórax formado por un número variable de segmentos y termina con una placa (pigidio). En el cefalón se distingue una porción central (glabella) y líneas de fractura (suturas), y la mayoría tiene ojos compuestos. En la región lateral del cuerpo puede haber espinas cefálicas, torácicas y pigidiales. Los apéndices locomotores raramente se conservaron; en algunos casos se preservaron antenas no ramosas (figura 11.4).

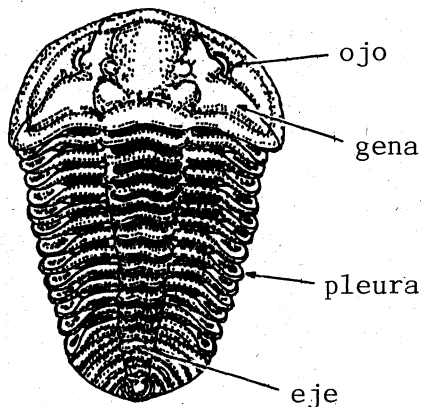
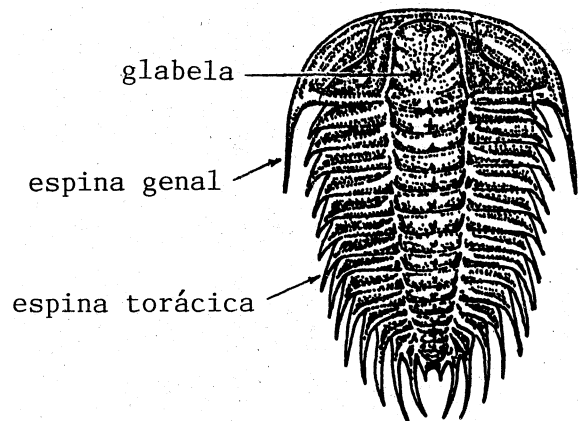
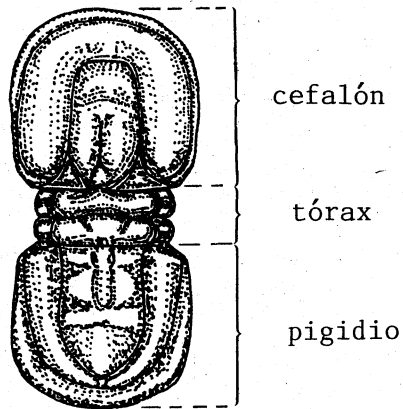


Figura 11.4 MORFOLOGIA DE UN TRILOBITA

Orden AGNOSTIDA. Cámbrico Inferior-Ordovícico Superior
Orden REDLICHIIIDA. Cámbrico Inferior-Cámbrico Medio
Orden CORYNEXOCHIDA. Cámbrico Inferior-Cámbrico Superior
Orden PTYCHOPARIIDA. Cámbrico Inferior-Permiano Medio
Orden PHACOPIDA. Ordovícico Inferior-Devónico Superior
Orden LICHIDA. Ordovícico Inferior-Devónico Superior
Orden ODONTOPLEURIDA. Cámbrico Medio-Devónico Superior

Orden AGNOSTIDA. Cámbrico Inferior-Ordovícico Superior

Son trilobitas del Cámbrico Inferior al Ordovícico Superior; de formas pequeñas con el cefalón y pigidio parecidos entre sí y únicamente con tres segmentos torácicos.

En México se han descrito de la Formación Tiñú del Tremadociano de Ixtaltepec, Oaxaca, los géneros: *Angelina*, *Asapheillus*, *Bienvillia*, *Gymnagnostus* y *Leptoplostides*, entre otros.

Orden REDLICHIIIDA. Cámbrico Inferior-Cámbrico Medio

Trilobitas del Cámbrico Inferior al Cámbrico Medio. Se caracterizan por la presencia de un cefalón grande, semicircular y generalmente con espinas genales bien desarrolladas, con numerosos segmentos torácicos y con un pigidio rudimentario. Se reportan de Caborca, estado de Sonora, los géneros: *Olenellus*, *Wanneria*, *Paedeumias*, *Sombrerella*, *Onchocephalus*, *Bonnia*, *Provedoria*, *Antagmus*, *Mexicaspis*, *Ptarmigania* y *Albertella*.

Orden CORYNEXOCHIDA. Cámbrico Inferior-Cámbrico Superior

Sus representantes se caracterizan por la presencia de un exoesqueleto alargado, elíptico, con un macropigidio; el cefalón está bien desarrollado y termina en espinas genales.

264 La glabella es grande con los lados subparalelos, pues generalmente se ensancha hacia el extremo anterior y tiene surcos laterales distintivos.

Los ojos presentan forma de ranura; las suturas son del tipo opistoparia, con secciones enfrente de los ojos en general paralelas. Placa rostral fusionada con el hipostoma de tipo rudimentario. El tórax compuesto de cinco a once segmentos; los pleurales con surcos marcados y terminación espinosa. El pigidium es de tamaño mediano a grande, comúnmente con espinas marginales, pero en algunos géneros con el borde liso.

Se describen varios géneros de México que pertenecen a este orden, pero existe un género nuevo del Cámbrico de Sonora: (*Mexicaspis*.

Orden PTYCHOPARIIDA. Cámbrico Inferior-Pérmico Medio

Este orden abarca a un número grande de trilobitas, que presentan más de tres segmentos torácicos. Algunos son del tipo proparia; otros con suturas marginales o submarginales, pero la mayoría son del tipo opistoparia. La glabella es simple o puede presentar surcos subparalelos o depresiones lineares. En algunas formas modificadas, la glabella varía y si presentan los pares de surcos glabulares laterales, éstos son diferentes. Un área preglabular puede aparecer y en algunos casos se reduce secundariamente. Asimismo, tienen una placa rostral y suturas conectivas. El hipostoma está separado del cefalón por una sutura hipostomal o por una membrana sin calcificar.

La mayoría de las formas tempranas posee un tórax relativamente grande y un pigidio reducido, mientras que las formas tardías tienen pocos segmentos torácicos y un gran pigidio. Los Ptychopariida parece que están cercanamente emparentados con los Redlichiina, y probablemente dieron origen a la mayoría de los grupos de trilobitas postcámbricos, con excepción de los agnóstidos. El alcance estratigráfico del grupo es del Cámbrico Temprano al Pérmico Medio.

Se describen abundantes especies de México de los géneros: *Kistocare*, *Mexicella* y *Proveedora* de la Formación Arrojos del Cámbrico de Sonora.

Orden PHACOPIDA. Ordovícico Inferior-Devónico Superior

Comprende a los trilobitas postcámbricos, probablemente originados de los Ptychopariida. El cefalón con sutura facial del tipo proparia (la mayoría de los Phacopina y Cheirurina) o del tipo gonatoparia (la mayoría de los Calymenina y algunos Cheirurina). La glabella con gran variabilidad en la forma, comúnmente expandida hacia adelante (en Phacopina y la mayoría de Cheirurina) o disminuida hacia adelante (en Clymenina y algunos Cheirurina). Surcos glabellares laterales, variablemente desarrollados; área preglabellar corta o sin ella. Placa rostral presente en Calymenina y en la mayoría de los Cheirurina o sin ella en los Phacopina y algunos Cheirurina. El tórax presenta de ocho a diecinueve segmentos. El pigidio es generalmente de mediano a grande, pero pequeño en algunas formas tempranas. Su alcance está comprendido entre el Ordovícico Inferior y el Devónico Superior.

Orden LICHIDA. Ordovícico Inferior-Devónico Superior

Trilobitas de tamaño excepcionalmente grande, caracterizados particularmente por la región cefálica y pigidia. La glabella es ancha y se extiende hacia el margen anterior, con un par de surcos glabellares longitudinales, los lóbulos laterales y occipitales tienden a fusionarse con las partes contiguas; el tipo de sutura facial es opistoparia.

El pigidio es largo. Las regiones pleurales en general son planas y compuestas de tres pares de pleuras, que comúnmente terminan en estructuras salientes o espinosas. La superficie dorsal está invariablemente tuberculada.

Estos organismos se caracterizan por tener el cefalón convexo, la glabella ancha con dos o tres pares de glóbulos glabellares y diversos tipos de espinas. Los glóbulos de los ojos son prominentes y están situados en la región central de las genas o en las áreas cercanas. El tórax tiene de ocho a diez segmentos, el eje convexo y las pleuras horizontales con espinas. El pigidio es corto subtriangular con o sin espinas. La superficie externa tiene espinas o tubérculos con un arreglo simétrico.

PALEOECOLOGIA

Los trilobitas tienen una gran importancia estratigráfica en el Ordovícico, Silúrico y Devónico, debido a que cambiaron rápidamente con el tiempo y se encuentran formas índices. Después del Devónico sólo existió una familia. Eran animales marinos nadadores o reptadores del fondo marino. Existen formas ciegas que con toda seguridad vivían en lugares oscuros o enterrados en el sedimento.

HISTORIA GEOLOGICA

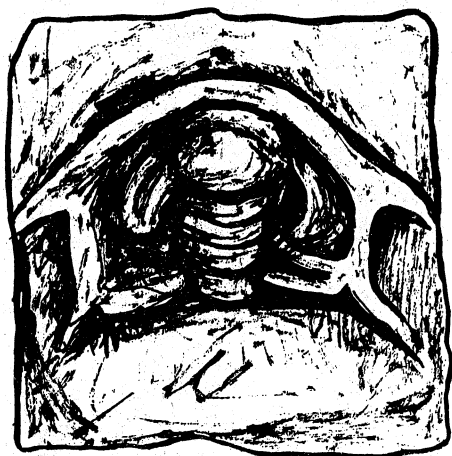
En México existen escasos afloramientos del Paleozoico, debido a que el territorio fue cubierto en gran parte, por una gruesa secuencia de sedimentos mesozoicos y cenozoicos. Sin embargo, en los estados de Baja California, Sonora, Chihuahua, Tamaulipas y Oaxaca, están presentes rocas de casi todos los periodos, con excepción del Silúrico que está poco representado. Las faunas comprenden principalmente arqueociátidos, corales, braquiópodos, trilobitas y conodontos y en menor proporción, moluscos, esponjas y briozoarios.

En el noroeste y centro de Sonora, cerca de la ciudad de Caborca hay exposiciones de las formaciones Puerto Blanco, Proveedora, Buelna y El Tren del Cámbrico Medio.

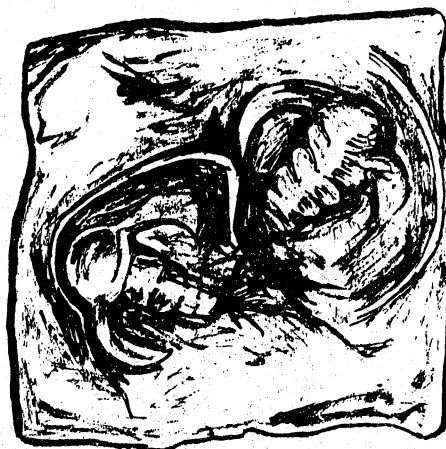
267

Las formaciones Puerto Blanco y La Proveedora afloran al oeste de Caborca. La primera consiste en pizarra, lutita, arenisca calcárea, cuarcita y caliza, con un espesor mayor a los 288 m. Entre los fósiles de invertebrados que proceden de la unidad se citan a trilobitas (*Olenellus*, *Wanneria* y *Zacanthoides*) y la segunda se caracteriza por su contenido litológico de cuarcita y arenisca, con un espesor de 266 m y con escasos invertebrados, entre ellos ?*Wanneria* y *Olenellus*.

Afloramientos de la Formación Buelna se encuentran a 15 km al oeste-noroeste de Caborca y a 6 km al noroeste de los cerros La Proveedora. La unidad consiste en una secuencia de 70 m de caliza y arenisca con filitas y pisolitas donde se colectan *Paedeumias*, *Onchocephalus*, *Olenellus*, *Wanneria*, *Antagmus* y *Bonnia* (figura 11.5).

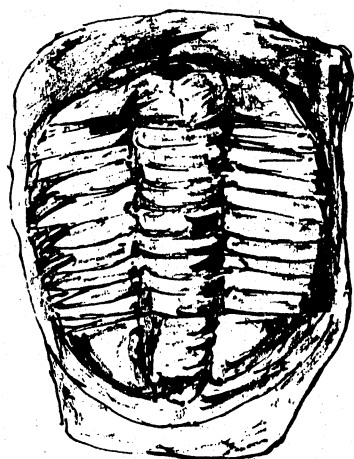


Wanneria mexicana prima.

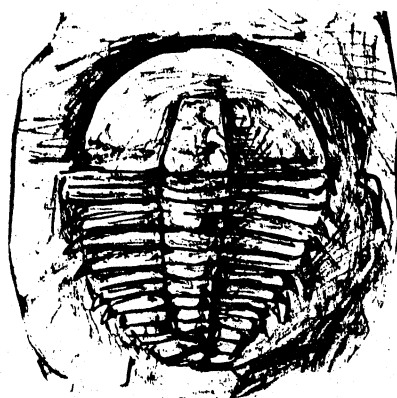


Olenellus (Olenellus) truemani.

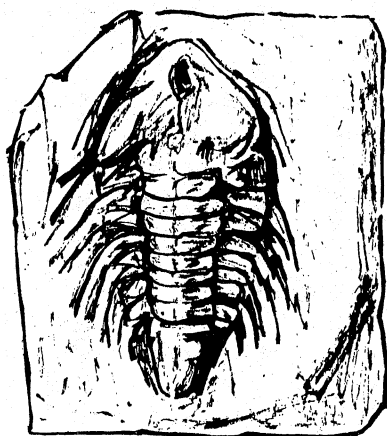
La Formación Arrojos está expuesta aproximadamente a 14 km de Caborca, en los cerros Arrojos y se caracteriza por contener 300 m de arenisca con intercalaciones de lutita y caliza con abundantes trilobitas. Los trilobitas que proceden de esta formación son: *Arellanella*, *Alokistocare*, *Alokistocarella*, *Glossopleura*, *Sonoraspis*, *Athabaskia*, *Caborcella*, *Kootenia*, *Mexicella*, *Mexicaspis*, *Inglefieldia*, *Zacanthoides*, *Strotocephalus*, *?Kochaspis*, *Albertella*, *Provedoria*, *Ptarmigania* y *Pachyaspis* (figura 11.6).



Sonoraspis torresi.



Inglefieldia imperfecta.



Zacanthoides holopygus.

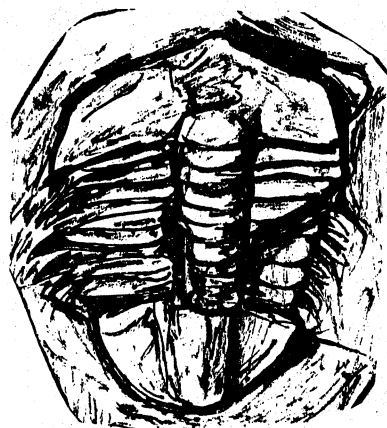
Glossopleura sp.*Sonoraspis gomezi*.

Figura 11.6 TRILOBITAS DEL CAMBRICO DE CABORCA, SONORA

La Formación El Tren se encuentra en el cerro Los Arrojos a 18 km al oeste-suroeste de Caborca, tiene un espesor de 645 m de dolomita y caliza con *Athabaskia*, *Inglefieldia* y *Parehmania*.

En el noreste de Sonora se encuentran rocas paleozoicas en Cananea y Agua Prieta (Sierras de Los Ajos, del Tule y La Huachuca) que corresponden a tres unidades: la Formación Bolsa (Cámbrico Medio) con espesores que varían entre 115 y 189 m de cuarcita arenosa, sin fósiles; la Formación Abrigo (Cámbrico Superior) que consiste en una secuencia de 90 a 175 m de caliza arcillosa, caliza dolomitizada con escasos lentes arenosos y de pedernal, en la que se colectan hiolítidos y numerosas especies de trilobitas (*Arellanella caborcana* Lochman, *Elrathia graziensis* Roseti y *Glossopleura leona* Lochman) y la Formación Martín (Devónico Medio-Superior) cuyos estratos tienen un espesor de 46 m y 150 m y son de caliza, caliza arenosa y caliza dolomitizada, con lentes arenosos interestratificados.

De la región central de Chihuahua se reportan varias unidades: la Formación Sóstenes (Ordovícico Inferior-Superior?) aflora al noroeste del poblado de Placer de Guadalupe y de la mina Plomosas y en el cerro Solís. Se caracteriza por su composición de caliza arcillosa con dolomía, lutita y arenisca con un espesor de 275 m, donde se hallan trilobitas (?*Ceraurus*).

De Tamaulipas se describieron rocas paleozoicas que comprenden a las formaciones Cuarcita La Presa y Conglomerado Naranjal, ambas del Cámbrico?, Calizas Victoria del Ordovícico, Cañón de Caballeros del Silúrico y la Yerba del Devónico. La Formación Cañón de Caballeros (Silúrico) consiste en 90 m de caliza, que se encuentran aproximadamente a 1.5 km al noroeste del rancho Vicente Guerrero. En la unidad se colectan abundantes invertebrados entre ellos trilobitas (*Bumastus*, *Calymene*, *Cheirurus* y *Dalmanites*).

En la región sureste de México, en el estado de Oaxaca se hallan rocas del Cámbrico-Ordovícico, en una secuencia de caliza y lutita con un espesor promedio de 200 m, cuyos afloramientos se encuentran en Tiñú, Ixtaltepec y Las Salinas. En ellas se colectaron trilobitas (*Angelina*, *Asaphellus*, *Geragnostus*, *Bienvillia*, *Gymagnostus*?, *Leptoplastides*, *Parabolinella*, *Plicatolinella*, *Saukia*, *Triarthrus* y *Shumadia*).

Las publicaciones sobre el Paleozoico de México son escasas y aisladas. Los conjuntos faunísticos han sido estudiados parcialmente, en algunos casos sólo se menciona su existencia como grupo. De tal manera que el análisis de la distribución de la biota paleozoica es incompleto y solamente se han podido establecer relaciones de algunos elementos faunísticos, principalmente trilobitas y conodontos del norte del país (Sonora) (con los mencionados en los Estados Unidos y la precordillera Argentina. Asimismo, se ha observado que algunos géneros de trilobitas del sureste de México (Oaxaca), son comunes con los de Sonora y algunos géneros de braquiópodos con los de varias localidades de los Estados Unidos.

Subphylum CHELICERATA. Cámbrico-Reciente

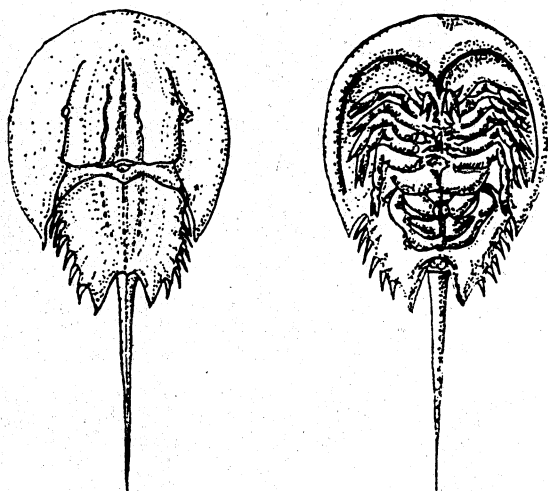
Comprende organismos con importancia estratigráfica. El primer par de apéndices prensiles se llama quelíceros y de ahí deriva el nombre. La respiración puede ser por branquias o por tráqueas, según se efectúe en ambiente marino o terrestre.

Clase MEROSTOMATA. Cámbrico-Reciente

Son quelicerados con un escudo cefalotorácico (prosoma) y abdomen, cinco pares de apófisis torácicos y coxas masticadoras. Presentan branquias abdominales y tienen telson grande que termina en espina. Se dividen en dos subclases:

Subclase XIFOSURA. Cámbrico-Reciente

Estos organismos tienen representantes desde el Cámbrico hasta nuestros días. Actualmente se les conoce como cacero-las de mar, se consideran como fósiles vivientes porque son parecidos a sus antecesores del Paleozoico. Algunos estadios de su desarrollo son parecidos a los de los trilobitas del Paleozoico. Todavía no se ha registrado ninguno de México (figura 11.7).



Xiphosura polyphemus del
Jurásico de Alemania.

Figura 11.7

Fueron muy abundantes entre el Silúrico y Devónico. Se caracterizan porque medían hasta tres metros de largo, sin embargo, hubo formas de unos cuantos centímetros. El cuerpo está dividido en prosoma, metasoma y opistosoma, el cual termina en una especie de cola llamada telson, que servía como órgano de defensa, pues estaba comunicado a una glándula con veneno para atacar a sus presas. Poseían apéndices nadadores y uno de ellos (el sexto), adaptado para remar. Vivieron en aguas salobres o hiposalinas donde seguramente no progresó otro tipo de organismos, pues se les encuentra aisladamente. De México no se ha descrito ninguno (figura 11.8).

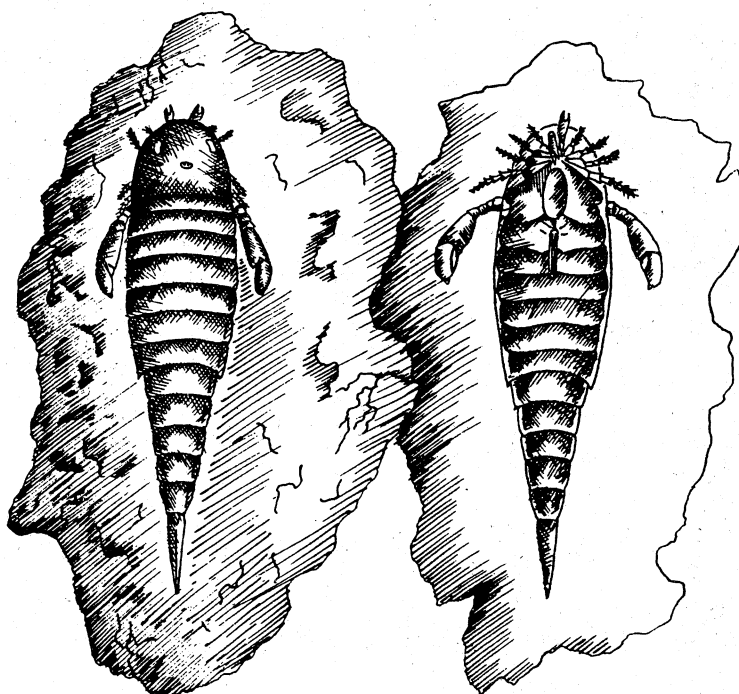


Figura 11.8

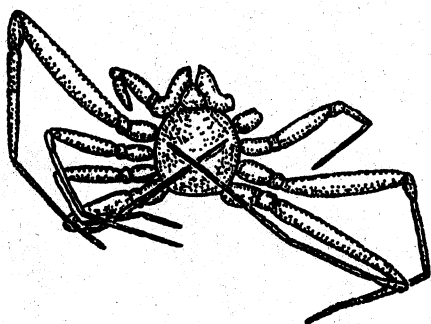
Hughmilleria norvegica del
Silúrico de Norteamérica.

Clase ARACHNIDA. Silúrico-Reciente

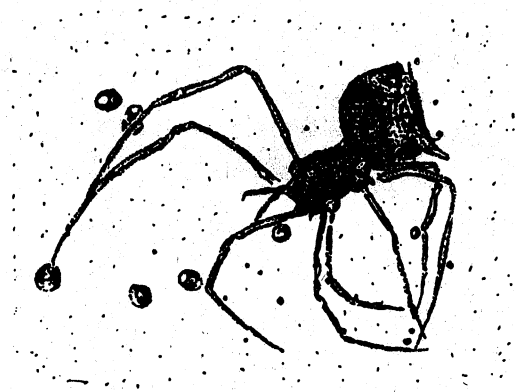
Los arácnidos se caracterizan porque tienen el cuerpo dividido en cefalotórax y en abdomen donde se implantan dos quelíceros y dos pedipalpos cuya función es prensil o táctil y cuatro pares de apéndices locomotores. Presentan un aparato respiratorio adaptado a la vida continental aérea. La minoría es de hábitos acuáticos marinos y de agua dulce.

En el registro fósil del grupo se aprecia que tuvieron gran diversidad en el Paleozoico y Cenozoico, y una escasa representación en el Mesozoico.

En el Oligoceno-Mioceno de Simojovel, Chiapas, se han encontrado numerosas especies de arácnidos, incluidas en ámbar (figura 11.9).



Propago debilis.



Pronepos exilis.

Figura 11.9 ARACNIDOS DEL Terciario de SIMOJOVEL, CHIAPAS

Subphylum PYCNOGONIDA. Devónico-Reciente

Son artrópodos marinos que presentan el tronco con tubérculos laterales y el abdomen reducido. Tienen ocho patas con garfios terminales. En el Devónico de Prusia se cita al género *Paleopantopus*.

Subphylum MANDIBULATA. Cámbrico-Reciente

Estos artrópodos se caracterizan por presentar un par de mandíbulas.

Clase CRUSTACEA. Cámbrico-Reciente

Son organismos acuáticos predominantemente marinos o de estuarios, algunos dulceacuícolas o terrestres. Tienen cabeza con antenas, tórax y abdomen con apéndices birrámeos. Presentan generalmente exoesqueleto que fosiliza porque se impregna de sales de carbonato. En los ostrácodos el esqueleto está formado por dos valvas. La respiración es branquial.

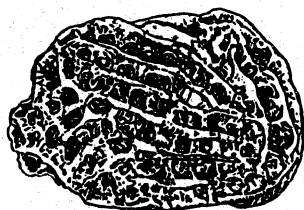
Subclase BRANCHIOPODA. Cámbrico-Reciente

Son crustáceos bivalvos, sin apéndices abdominales pero sí torácicos con una placa branquial; tienen antenas bien desarrolladas. En México se reportan del Triásico de Chiapas.

Subclase OSTRACODA. Ordovícico-Reciente

Son crustáceos microscópicos (miden en promedio un milímetro), tienen el cuerpo protegido por un caparazón formado por dos valvas articuladas de naturaleza quitino-calcárea. Presentan cabeza ligeramente diferenciada del tórax, con siete pares de apéndices segmentados. No tienen abdomen. El caparazón, que es el elemento que fosiliza, presenta las valvas asimétricas, de forma oval a subcuadrada. La ornamentación externa consiste en puntuaciones, costillas finas, surcos, crestas, espinas, tubérculos, etcétera .

Los ostrácodos viven en medios diferentes a los de otros microfósiles y muchos géneros son índices estratigráficos. Son característicos en facies sedimentarias de margas calizas arcillosas o arenas muy finas. No se encuentran en rocas detríticas. En México han sido estudiados del Terciario de la cuenca Tampico-Misantla y del Plioceno de Baja California (*Neonesidea*, *Aurila*, *Cytheretta*, *Cushmanidea*, *Cytherop*
teron, *Archycythereis*), (figura 11.10).



Radimella mariaae del
Plioceno de la isla
María Madre, Nayarit.

Paranesidea sp. del
Mioceno de Veracruz.

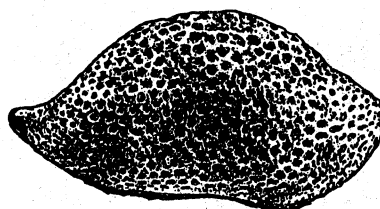


Figura 11.10 OSTRACODOS DE MEXICO

Subclase CIRRIPIEDIA. Ordovícico-Reciente

Son crustáceos marinos que viven en la zona intercotidal, fijos al sustrato, a las rocas y a conchas de invertebrados, ya sea directamente (*Balanus*) o a través de un pedúnculo (*Lepas*, *Pollicipes*). El cuerpo está protegido por un conjunto de placas calcáreas que forman un caparazón. Del Eoceno de Baja California se ha descrito la especie *Balanus concavus* (figura 11.11).

Balanus concavus del
Eoceno de Baja Cali-
fornia.

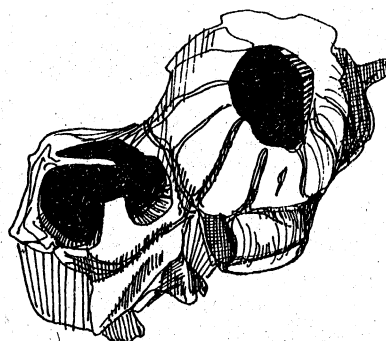
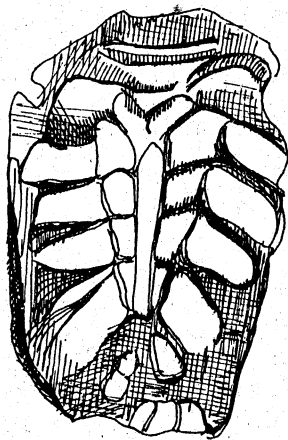


Figura 11.11 CIRRIPIEDIA

Viven en el mar, en los lagos, en los ríos o en la tierra firme. El cuerpo presenta 19 segmentos (5 cefálicos, 8 torácicos y 6 abdominales) quitinocalcáreos, que tienen posibilidad de fosilizar. Entre los malacopstráceos se incluyen los decápodos (cangrejos) que tienen el caparazón torácico desarrollado, provisto de surcos, quillas y espinas, con ocho pares de apéndices, tres de ellos en la boca y el resto para su desplazamiento.

En México es muy escaso el registro fósil del grupo, sin embargo se describe a *Astracodes* sp. cf. *A. maxwelli* del Cretácico Inferior de Guerrero (figura 11.12) y se citan hallazgos de crustáceos en el Cretácico Medio de Tepexi de Rodríguez, Puebla.



Astracodes sp. cf.
A. maxwelli del Cretácico de Guerrero.

Figura 11.12 DECAPODO DE MEXICO

Clase MYRIAPODA. Pensilvánico-Reciente

Son artrópodos que presentan cabeza con un par de antenas, ojos compuestos y un tronco diferenciado que tiene entre 12 y 173 segmentos de igual tamaño, provistos cada uno de un par de apéndices (figura 11.13).

Euphoberria armigera del
Pensilvánico de E.U.A.

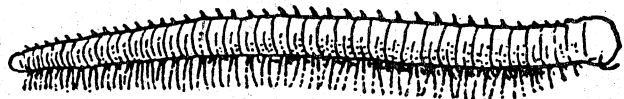


Figura 11.13

Clase HEXAPODA. Pensilvánico-Reciente

Son organismos principalmente terrestres que presentan tres pares de apéndices locomotores.

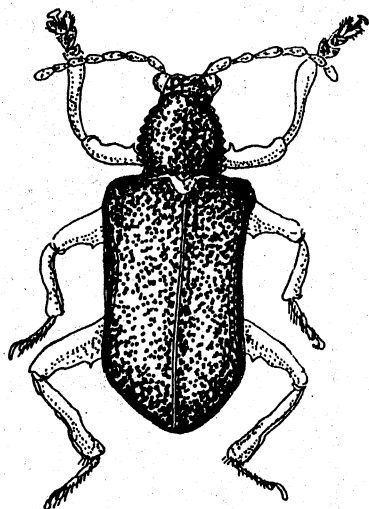
Subclase INSECTA. Pensilvánico-Reciente

Los insectos se caracterizan por la división del cuerpo en cabeza, tórax y abdomen. La cabeza está formada por seis segmentos que constituyen una sola pieza, con apéndices y órganos sensoriales. El tórax está constituido por tres segmentos, cada uno con un par de patas y uno o dos pares de alas, con excepción de formas que carecen de estas últimas. El abdomen está formado de seis a doce segmentos sin apéndices. Las alas son de quitina hialina y presentan una variación característica en los grupos.

La fosilización es difícil en los insectos, no obstante que la quitina es resistente a la acción de agentes destructores. En México existen impresiones de alas de insectos, del Cretácico Medio, en la caliza de la cantera Tlayua en Tepexi de Rodríguez, Puebla.

En el estado de Chiapas son numerosas las localidades con minas de ámbar del Terciario (Oligoceno-Mioceno), pero las más famosas por su producción están localizadas al sureste, en Simojovel. De este lugar se han obtenido numerosos ejemplares de diversos tipos de insectos, entre ellos un escarabajo crisomélido (*Profidia nitida*), diversos mosquitos (Díptera) de las especies *Trichomyia mecocerca*, *T. smithi*, *T. declivivena*, *T. discalis*, *T. glomerosa*, *Phlebotomus paternus*, *Telmatoscopus hurdi*, *Philosepedon mexicana*, *P. labecula* y *Psychoda usitata*; un nuevo díptero-acalypterate (*Phyllomyza hurdi*); un díptero-periscélido (*Periscelis annectans*), un díptero-drosofilido (*Neotanygastrella*), tres nuevos elatéridos que incluyen en un nuevo género de Coleoptera (*Mionelater planatus*, *Agriotes succiniferus* y *Glyphonyx*

278 *punctatus*. El ámbar se formó por la cristalización de la resina producida por plantas leguminosas, que atraparon a los insectos (figura 11.14).



Profidia nitida en
ámbar del Oligoceno-
Mioceno de Chiapas.

Telmatoscopus hurdi
en ámbar del Oligoce-
no-Mioceno de Chiapas.

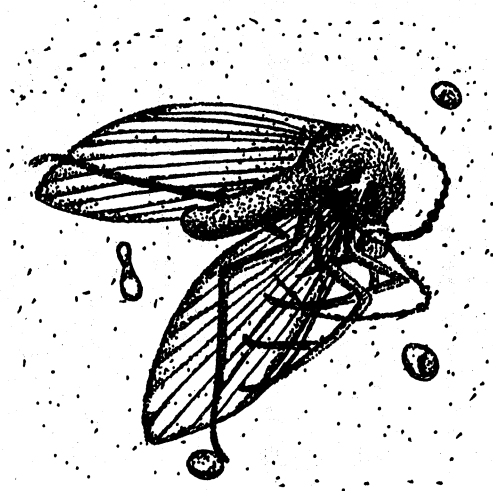


Figura 11.14 INSECTOS DE SIMOJOVEL, CHIAPAS

GLOSARIO DE TERMINOS MORFOLOGICOS BASICOS DE LOS ARTROPODOS

ABDOMEN. Parte del cuerpo posterior al tórax.

ANTENA. Apéndice que está constituido por artejos con función principalmente táctil.

APENDICES. Miembros pares implantados en la región ventral del cuerpo.

APENDICE BIRRAMOSO. Apéndice ventral formado por dos ramas, una externa y otra interna.

CABEZA. Región anterior de los miriápodos.

CAPARAZON. Exoesqueleto que se encuentra en la parte dorsal de los artrópodos.

CEFALOTORAX. Región anterior del cuerpo formada por la unión de la cabeza y el tórax.

CHARNELA. Línea de unión de las dos piezas valvares de los ostrácodos.

CRANIDIO. Región central del cefalón de los trilobitas formada por la glabella y las genas.

CUTICULA. Recubrimiento quitinoso de origen epitelial.

ECDISIS. La muda del exoesqueleto en los artrópodos.

EJE. Región central de los trilobitas, limitada en sus lados por un surco.

ESPINAS GENALES. Prolongaciones de las genas de los trilobitas.

ESPINAS TORACICAS. Prolongación de los segmentos torácicos en los trilobitas.

GENAS. Areas comprendidas entre el borde del cefalón y la glabella.

GLABELA. Región axial del cranidio.

HEXAPODOS. Conocidos también con el nombre de insectos por la posesión de seis apéndices locomotores.

LOBULO PALPEBRAL. Area saliente de la gena donde se encuentra el ojo.

MURALLA. Conjunto de placas que protegen el cuerpo de los cirrípedos.

OMATIDIA. Unidades visuales de las que están compuestos los ojos.

OPISTOSOMA. Estructura equivalente al abdomen.

PIGIDIO. Región terminal del cuerpo de los trilobitas.

PROSOMA. Estructura equivalente al cefalotórax.

QUELICEROS. Pinzas o quelas.

TELSON. Región terminal del cuerpo de los euriptéridos.

TORAX. Región del cuerpo intercalada entre el cefalón y el pigidio.

TRAQUEAS. Sistema de tubos donde circula el aire en los artrópodos terrestres.

TRONCO. Región posterior en los miriápodos, compuesta por un número variable de segmentos (12-173).

PROTARTROPODOS

- CUENOT, L., 1949, *Les Onychophores*. In *Traité de Zoologie*, ed. P. P. Grassé, Masson (Paris), tome 6 (971 p.), p. 3-37, fig. 1-37.
- _____, 1949a, *Les Tardigrades*. *Ibid*, p. 39-59, fig. 38-59.
- _____, 1949b, *Les Pentastomides*. *Ibid*, p. 61-75, fig. 60-77.
- DECHASEAUX, C., 1953, *Onychophores*. In *Traité de Paléontologie*, ed. J. Piveteau, Masson (Paris), tome 3 (1063 p.), p. 3-7, fig. 1-5.
- HUTCHINSON, G.E., 1930, *Restudy of some Burgess Shale fossils*. U.S. Natl. Mus., Proc., v. 78, art. 11, p. 1-24, pl. 1, fig. 1-5.
- LANKESTER, E.R., 1904, *The structure and classification of the Arthropoda*. Microscopical Soc. (London), Quart. Jour., n. ser., v. 47, no. 188, p. 523-582, pl. 42, fig. 1-11.
- STORER, T.I., y USINGER, R.L., 1957, *General zoology*. McGraw-Hill Book Co., Inc. (New York), 664 p., illus. (Arthropoda, p. 385-461).
- VANDEL, A., 1949, *Généralités (sur les arthropodes)*. In *Traité de Zoologie*, ed. P. P. Grassé, Masson (Paris), tome 6, p. 79-158, fig. 1-36.

TRILOBITAS

- BALDIS, B.A., 1981, *Vinculación entre el Cámbrico del noroeste de México y la Precordillera Argentina*. Congreso Paleont. Latin. Americano, Actas 2, p. 1-10.
- COOPER, G.A., ARELLANO, A.R.V., JOHNSON, J.H., OKULICH, V.J., STOYANOW, A. y LOCHMAN, C., 1952, *Cambrian stratigraphy and paleontology near Carborca, northwestern Sonora, Mexico*. Smithsonian Miscellaneous Collections, v. 119, 184 p.
- DEIS, C., 1939, *Cambrian stratigraphy and trilobites of northwestern Montana*. Geol. Soc. America Spec. Paper 18, p. 1-135, láms. 1-18, figs. 1-7.
- DELO, D.M., 1940, *Phacopid trilobites of North America*. Geol. Soc. America Spec. Paper 29, p. 1-135, láms. 1-13.
- HARRINGTON, H.J., 1959, *General description of trilobita* (In Moore editor). *Treatise on Invertebrate Paleontology. Arthropoda I*. Geol. Soc. America y Univ. Kansas Press, p. 040-0117.
- HOWELL, B.F., y LOCHMAN, C., 1939, *Succession of Late Cambrian faunas in the northern hemisphere*. Jour. Paleontology, vol. 13, p. 115-122.

- KING, W.R., 1939, *Geological Recognizance in Northern Sierra Madre Occidental of Mexico*. Bull. Geol. Soc. of America, v. 50, p. 1622-1722.
- LALICKER, C.G., 1935, *Larval stages of trilobites from the Middle Cambrian of Alabama*. Jour. Paleontology, vol. 9, no. 5, p. 394-399, lám. 47.
- LOCHMAN, C., y DUNCAN, D., 1944, *Early Upper Cambrian faunas of central Montana*. Geol. Soc. America Spec. Paper 54, p. 1-181, láms. 1-19, fig. 1.
- PANTOJA-ALOR, J. y ROBINSON, 1967, *Paleozoic sedimentary rocks in Oaxaca, Mexico*. Science, v. 17, p. 1033-1035.
- _____, 1970, *Rocas sedimentarias paleozoicas de la región Centro-Septentrional de Oaxaca*. Soc. Geol. Mexicana, Exc. México-Oaxaca, p. 67-84.
- RASETTI, F., 1948, *Cephalic sutures in Loganopeltoides and the origin of the "hypoparian" trilobites*. Jour. Paleontology, vol. 22, p. 25-29, lám. 7.
- RAYMOND, P.E., 1913, *Trilobita*. In Eastman, C.R., y Zittel, K.A., Macmillan & Co., Ltd., London, Textbook of palaeontology, vol. 1, p. 692-729, figs. 1337-1412.
- RAYMOND, P.E., 1920, *The appendages, anatomy, and relationships of trilobites*. Connecticut Acad. Arts. and Sci., vol. 7, p. 1-169, láms. 1-11, figs. 1-46.
- _____, 1925, *Trilobites of Lower Middle Ordovician of eastern North America*. Harvard Coll. Mus. Comp. Zoology Bull., vol. 67, p. 1-180, láms. 1-10.
- RESSER, C.E., 1938, *Cambrian system (restricted) of the southern Appalachians*. Geol. Soc. America Spec. Paper 15, p. 1-140, láms. 1-16.
- ROBINSON, R.A., y PANTOJA-ALOR, J., 1968, *Tremadocian trilobites from Nochixtlan region, Oaxaca, Mexico*. Jour. Paleont., v. 42, p. 767-800.
- SHIMER, H.W., y SHROCK, R.R., 1944, *Index fossils of North America*. Wiley, New York, p. i-ix, 1-837, láms. 1-303, trilobites, p. 600-655, láms. 251-276.
- STORMER, L., 1949, *Sous-embranchement des Trilobitomorphes*. In Grassé, P. *Traité de zoology*. Mason et Cie., Paris, vol. 6 (p. 1-979, 3 láms., 871 figs.), p. 159-216, figs. 1-39.
- SWINNERTON, H.H., 1915, *Suggetions for a revised classification of Trilobites*. Geol. Mag., n. s., dec. 6, vol. 2, p. 487-496, 538-545.
- _____, 1947, *Outlines of paleontology*. E. Arnold & Co., London, 3d ed., p. 1-393, figs. 1-368 (trilobites, p. 223-248, figs. 176-198).

53, no. 2, p. 13-52, láms. 1-6.

_____, 1910, *Olenellus and other genera of the Mesonacidae*. *Ibid*,
vol. 53, no. 6, p. 231-422, láms. 23-44.

_____, 1910a, *Abrupt appearance of the Cambrian fauna on the North
America continent*. *Ibid*, vol. 57, no. 1, p. 1-16, lám. 1, fig. 1.

_____, 1912, *Middle Cambrian Branchiopoda, Malacostracea, Trilobi-
ta, and Merostomata*. *Ibid*, vol. 57, no. 5, p. 145-228, láms. 24-34,
figs. 8-10.

WARBURG, E., 1925, *The trilobites of the Leptaena limestone in Dalarna*.

Geol. Inst. Upsala Bull., vol. 17, p. 1-446, láms. 1-11, figs. 1-14.

WESTERGARD, A.H., 1946, *Agnostidea of the Middle Cambrian of Sweden*. Sve-
riges geol. Undersökning, ser. C, no. 447, p. 1-140, láms. 1-16, figs.
1-2.

WHITTINGTON, H.B., 1941, *The Trinucleidae, with special reference to North
American genera and species*. Jour. Paleontology, vol. 15, p. 21-41,
láms. 5-6.

MEROSTOMADOS

CASTER, K.E., 1938, *A restudy of the tracks of Paramphibius*. Jour. Paleont.,
v. 12, p. 3-60, lám. 1-13, fig. 1-9.

CLARKE, J.M., y RUEDEMANN, R., 1912, *The Eurypterida of New York*. New York
State Mus., Mem. 14, 439 p., 88 lám. 121 fig.

DUNBAR, C.O., 1923, *Paleolimulus, a new genus of Paleozoic Xiphosura, with
notes on other genera*. Am. Jour. Sci., ser. 5, v. 5, p. 443-454, fig.
1-8.

LANKESTER, E.R., 1881, *Limulus, an arachnid*. Quart. Jour. Micros., Sci.,
v. 23, p. 506.

RAASCH, G.O., 1939, *Cambrian Merostomata*. Geol. Soc. America, Spec. Paper
19, p. 1-146, lám. 1-21, fig. 1-14.

WOODWARD, H., 1886-78, *Monograph of British fossil Crustacea belonging to
the Order Merostomata*. Palaeontograph. Soc. (London), p. 1-263, lám.
1-36, fig. 1-81.

ARACNIDOS

ANDRE, M., 1949, *Ordre des Acariens*. In Grasse, P.P., *Traité de Zoologie*,
Masson (Paris), v. 6, p. 794-893, 2 láms., fig. 794-893.

- BROGNIARD, CH., 1877, *Note sur une Aranéide fossile des terrains tertiaires d'Aix (Provence)*. Ann. Soc. Entomol. Fr., ser. 5, tome 7, p. 221-224.
- CHAMBERLIN, J.C., 1931, *The arachnid order Chelonethida*. Stanford Univ. Press (Calif.), 284 p., 71 fig.
- GOURETT, P. 1886, *Recherches sur les Arachnides tertiaires d'Aix en Provence*. Rec. zool. suisse, tome 4, p. 431-496.
- LEHMANN, W.M., 1944, *Palaeoscorpius devonicus, n.g., n. sp., ein Skorpion aus dem rheinischen Unterdevon*. Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc., p. 177-185, fig. 1-4.
- MILLOT, J., 1949, *Morphologie générale et anatomie interne (Arachnida)*. In Grassé, P.P. *Traité de Zoologie*, v. 6, Masson (Paris), p. 263-319, fig. 47-96.
- PETRUNKOVITCH, A., 1942, *A study of amber spiders*. Connecticut Acad. Arts. and Sci. Trans. vol. 34, p. 119-464, láms. 1-69.
- _____, 1946, *Fossil spider in the collection of American Museum of Natural History*. Am. Mus. Novitates, no. 1328, p. 1-36, fig. 1-80.
- _____, 1955, *Arachnida*. (In Moore editor) *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Arthropoda 2. Geol. Soc. America y Univ. Kansas Press. p. P42-P175.
- SCUDDER, S.H., 1890. *The tertiary insects of North America (Arachnides Latreille)*. U.S. Geol. Survey Terr. (Hayden), p. 45-90, lám. 11.
- WILLS, L.J., 1947, *A monograph of British Triassic scorpions*. Palaeontograph. Soc. (London), 137 p., 12 láms., 53 figs.

CRUSTACEOS

- ALENCASTER, G., 1977, *Crustáceo (Malacostracea-Decapoda) del Cretácico Inferior del estado de Guerrero*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geol. Rev. v. 1, no. 1, p. 74-77.
- BASSLER, R.S., 1913, *Branchiopoda, Ostracoda*. In Eastman, C.R., y Zittel, K.A., *Textbook of Paleontology*. Macmillan & Co., Ltd/. London, 2d ed., vol. 1, p. 731-742.
- _____, y KELLETT, BETTY, 1934, *Bibliographic index of Paleozoic Ostracoda*. Geol. Soc. America Spec. Paper 1, p. 1-500, figs. 1-24.
- BOLD, W.A., VAN DEN, 1946, *Contribution to the study of Ostracoda with special reference to the Tertiary and Cretaceous microfauna of the Caribbean region*. Privately published dissertation, Amsterdam, p. 1-167, láms. 1-18.

Sociedad Mexicana de Paleontología, A.C., I Congreso Nacional de Paleontología, México, D.F., 16-20 de noviembre, 1987, 24 p.

CALMAN, W.T., 1909, *Crustacea*. In Lankester, E.R., *Treatise on zoology*, A. & C. Black, London, p. 1-346, figs. 1-194.

CARREÑO, A.L., 1981 (1983). *Ostrácodos y foraminíferos planctónicos de la Loma del Tirabuzón, Santa Rosalía, Baja California Sur, e implicaciones biogeográficas y paleoecológicas*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. de Geología, Revista vol. 5, no. 1, p. 55-64.

_____, 1984, *Los ostrácodos de edad oligo-miocénica de la subprovincia Tampico-Misantla, área centro-oriental de México. Parte III. Oligoceno: Formación Alazán*. Mem. III Congr. Lat. Paleontol., 14-18 Oct., Oaxtepec, Mor., México. p. 480-487.

_____, 1984, *Ostrácodos Recientes del Estero Pargo, Laguna de Términos, Campeche, México*. Mem. III Congr. Lat. Paleontol., 14-18 Oct., Oaxtepec, Mor., México, p. 603-611.

_____, 1985, *Biostratigraphy of the Late Miocene to Pliocene on the Pacific island María Madre, México*. Micropaleontology, v. 31, n. 2, p. 139-166.

_____, 1986, *Los ostrácodos de edad oligo-miocénica de la subprovincia Tampico-Misantla, área centro-oriental de México. Parte II. Mioceno: Formaciones Mesón y Tuxpan*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista, v. 6, n. 2, p. 178-192.

HOWE, H.V., y LAW, J., 1936, *Lousiana Vicksburg Oligocene Ostracoda*. Louisiana Dept. Cons. Geol. Bul. 7, p. 1-96, láms. 1-6.

PALACIOS FEST, M. y GIO, A.R., 1979, *Sobre la presencia de dos especies de Havanardia purkoni 1968 (Bairdiidre, Ostracoda, Crustacea) en el Caribe mexicano*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geol. Rev. vol. 3, no. 1, p. 24-28.

RATHBUN, M.J., 1908, *Descriptions of fossil crabs from California*. U.S. Nat. Mus. Proc., vol. 35, p. 341-349, illus.

SHIMER, H.W., y SHROCK, R.R., 1944, *Index fossils of North America*. Wiley, New York, p. 1-837, láms. 1-303 (crustaceans, p. 655-701, láms. 277-293, 295-298).

SWAIN, F.M., 1946, *Upper Jurassic Ostracoda from the Cotton Valley group in northern Louisiana*. Jour. Paleontology, vol. 20, p. 119-129, láms. 20, 21.

- ULRICH, E.O., y BASSLER, R.S., 1923, *Paleozoic Ostracoda*. Their morphology, classification and occurrence. Maryland Geol. Survey, Silurian, p. 271-391, láms. 36-65.

MIRIAPODOS E INSECTOS

- BUCHSBAUM, R., 1948, *Animals without backbones*. University of Chicago Press, Chicago, rev. ed., p. 1-405, illus. (Chelicerates, myriapods, insects, p. 268-298).
- CARPENTER, F.M., 1930, *A review of our present knowledge of the Geological history of the insects*. Psyche, vol. 37, p. 15-34.
- GRESSITT, J.L., 1963, *A fossil chrysomelid beetle from the amber of Chiapas, Mexico*. Jour. of Pal. v. 37, no. 1, p. 108-109.
- JEANNEL, R., 1949, *Les insectes*. Classification et phylogénie. Les insectes fossiles; évolution et géonémie. In Grassé, p., *Traité de zoologie*, Masson et Cie., Paris, vol. 9, p. 1-110, figs. 1-109.
- QUATE, L.W., 1963, *Fossil Psychodidae in Mexican Amber*. Part. 2, Jour. of Pal., v. 37, no. 1, p. 110-118.
- SABROSKY, C.W., 1963, *A new Acalypterate fly from the Tertiary amber of Mexico*. Jour. of Pal. v. 37, no. 1, p. 119-120.
- STORER, T.I., 1951, *General zoology*. McGraw-Hill, New York, p. 1-832, illus. (Chelicerates, myriapods, insects, p. 485-555).
- STURTEVANT, A.H., 1963, *A fossil Periscelid (Diptera) from the amber of Chiapas, Mexico*. Jour. of Pal. v. 37, no. 1, p. 121-122.

CAPITULO 12 PHYLUM ECHINODERMATA

Los equinodermos son invertebrados celomados y deuterostomados, con la piel cubierta por espinas. El grupo comprende en la actualidad aproximadamente 6,000 especies, agrupadas en cinco clases: Crinoidea, Holoturoidea, Echinoidea, Asteroidea y Ophiuroidea (figura 12.1).

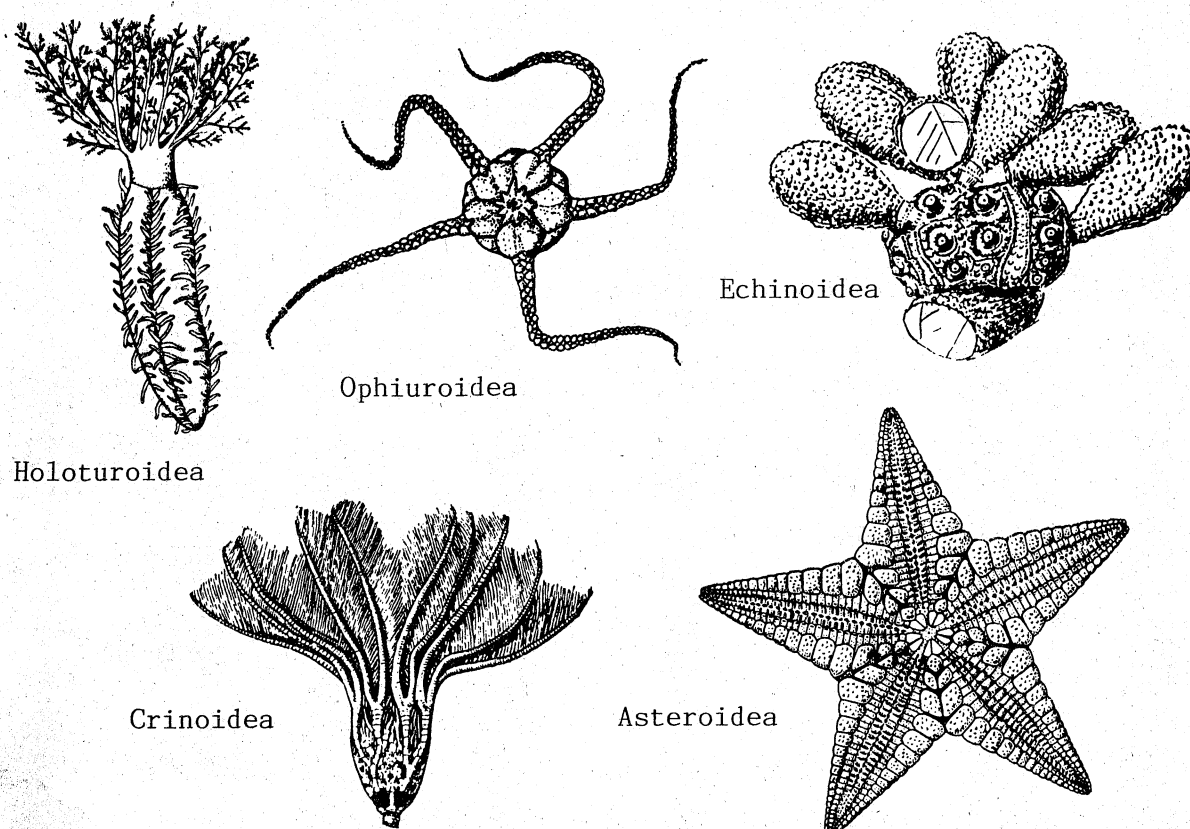


Figura 12.1 DIFERENTES CLASES DE ECHINODERMATA

288 Existen además muchos grupos extintos que desaparecieron antes del final del Paleozoico (?Machaeridia, Homostealea, Stylophora, Homoiostealea, Eocrinoidea, Paracrinoidea, Cystoidea, Parablastoidea, Blastoidea, Edrioblastoidea, Edriasteroidea, Cyclocystoidea, Helicoplacoidea, Ophiocystioidea y Lepidocystoidea). Los equinodermos del Jurásico y Cretácico son parecidos a los grupos actuales, y es evidente que su forma de vida era semejante a la de sus descendientes de hoy día.

Los equinodermos son solitarios, marinos y bentónicos, con excepción de algunos crinoides que pueden ser epiplanctónicos o nectónicos y las pelagothurias que son planctónicas.

En la actualidad se han colectado en los estuarios de los ríos y en lagunas con salinidad variable (Laguna Madre de Texas); este fenómeno se interpreta como una tendencia adaptativa muy reciente, pues no se han encontrado fósiles del grupo asociados a faunas dulceacuícolas.

Tres rasgos caracterizan a los equinodermos:

- 1) La simetría radial secundaria en el estadio adulto, que se manifiesta principalmente en la disposición del sistema ambulacral, formado por cinco radios o ambulacros alternando con cinco interradios o interambulacros, todos ellos dispuestos alrededor de la boca. Cuando los ambulacros están arreglados según meridianos, la forma del equinodermo es globular o cilíndrica como sucede en los equinoides y holoturoideos, pero si los ambulacros se desarrollan más que los interambulacros la forma que resulta es la de una estrella típica, como sucede en los asteroideos.

La simetría radial del estadio adulto es una adquisición secundaria, ya que las diferentes larvas (dipleura, auricularia, bipinaria y pluteus) de las que proceden los equinodermos, presentan una simetría bilateral; dicha simetría se desarrolla a expensas del lado izquierdo del hidrocele, que experimenta un giro y se sitúa en un plano horizontal en lugar del vertical inicial, con el desplazamiento de la boca

hasta la cara superior en que se encuentra el ano; se forman así cinco radios equidistantes, con la consecuente atrofia del lado derecho y el resultado de la simetría radial secundaria, que presentan los equinodermos actuales y la mayoría de los fósiles.

En algunos equinodermos aparece nuevamente una simetría bilateral superpuesta a la radial, como consecuencia del desplazamiento unidireccional sobre el fondo del mar en busca de alimento. Este nuevo plano de simetría adquirido no corresponde al primitivo bilateral de las larvas y queda en posición perpendicular respecto a éste, debido a que el radial se forma a expensas del lado izquierdo del hidrocele. Este fenómeno se presenta sobre todo en los equinoides exocíclicos a partir del Mesozoico (Jurásico), como una tendencia evolutiva que permitió que dichos equinodermos se adaptaran a los grandes fondos marinos, con el resultado de un cambio del régimen alimenticio fitófago primitivo al carnívoro y limícola adquirido.

2) La presencia de un endoesqueleto de origen mesodérmico que consiste en un conjunto de placas, espinas, espículas o cualquier osículo de calcita cristalina (estereoma) depositados en una red mesenquimatosa orgánica (estroma), formada por tejido no celular amorfo o fibroso con células conectivas y numerosas fibras nucleadas.

La existencia del estereoma en los equinodermos le confiere cierta unidad al grupo, ya que adquiere cualidades distintivas que consisten en una microestructura y propiedades cristalográficas particulares, por las que cada elemento se comporta como un cristal de calcita, fácilmente distinguible al microscopio, aun en fragmentos muy pequeños, debido a la exfoliación espática, rombohédrica que caracteriza a este mineral. El esqueleto está cubierto por el ectodermo que en los organismos actuales presenta coloraciones vistosas.

La mayoría de los grupos recientes (equinoideos, asteroideos y ofiuroideos) poseen esqueletos formados por placas, espinas, etc., con excepción de los holoturoideos cuyo esqueleto consiste únicamente en pequeñas espículas calcá-

reas, ampliamente distribuidas en las capas superficiales de la dermis. También hay evidencias de espinas en varios de los grupos extintos. Las espinas tienen diversas funciones, entre ellas las de locomoción, producción de corrientes, de protección a las formas juveniles y sirven además, para cavar galerías.

3) La posesión de un sistema vascular acuífero llamado comúnmente sistema ambulacral o hidrocele, único en este grupo, formado por un conjunto de canales que terminan en una serie de tubos eréctiles derivados del celoma, denominados pies ambulacrales por donde circula agua. Las funciones del sistema ambulacral son variadas, entre ellas, la locomoción, respiración, captura del alimento, formación de corrientes y como órganos sensoriales (figura 12.2).

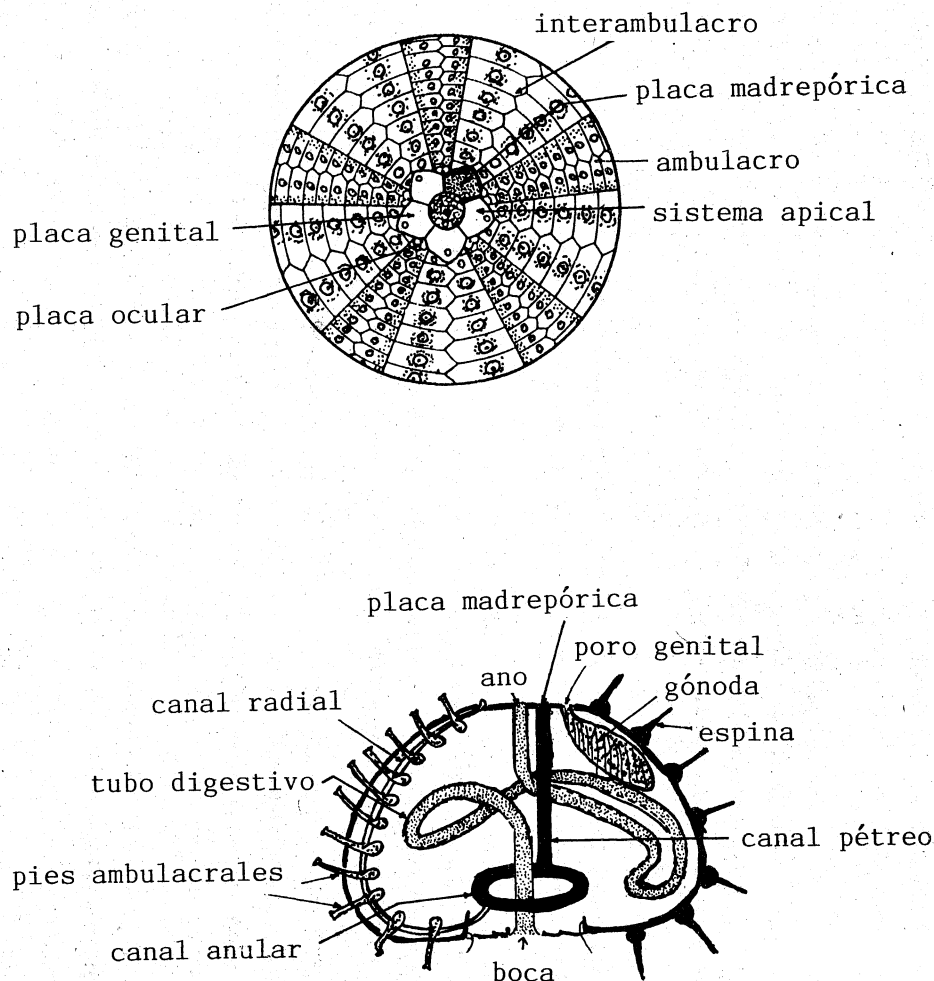


Figura 12.2 MORFOLOGIA DE ECHINOIDEA

Subphylum HOMALOZOA. Cámbrico Medio-Devónico Medio

Clase HOMOIOSTELEA. Cámbrico Superior-Devónico Inferior

Clase HOMOSTELEA. Cámbrico Medio

Clase STYLOPHORA. Cámbrico Medio-Devónico

Clase ?MACHAERIDEA. Ordovícico-Devónico

Subphylum CRINOZOA. Cámbrico-Reciente

Clase EOCRINOIDEA. Cámbrico Inferior-Ordovícico Medio

Clase PARACRINOIDEA. Ordovícico Medio

Clase CYSTOIDEA. Ordovícico Inferior-Devónico Superior

Clase BLASTOIDEA. Silúrico-Pérmico

Clase PARABLASTOIDEA. Ordovícico Medio

Clase EDRIOBLASTOIDEA. Ordovícico Medio

Clase CRINOIDEA. Cámbrico Medio, Ordovícico Inferior-Reciente

Clase LEPIDOCYSTOIDEA. Cámbrico Inferior

Subphylum ASTEROZOA. Ordovícico-Reciente

Clase STELLEROIDEA. Ordovícico-Reciente

Subphylum ECHINOZOA. Cámbrico Inferior-Reciente

Clase HELICOPLAÇOIDEA. Cámbrico Inferior

Clase EDRIOASTEROIDEA. Cámbrico Inferior-Misisípico

Clase OPHIOCISTIOIDEA. Ordovícico Inferior-Devónico Medio

Clase CYCLOCYSTOIDEA. Ordovícico Medio-Devónico Medio

Clase HOLOTHUROIDEA. ?Ordovícico, Devónico Medio-Reciente

Clase ECHINOIDEA. Ordovícico-Reciente

Subphylum HOMALOZOA. Cámbrico Medio-Devónico Medio

Conocidos también como carpoideos, son equinodermos exclusivos del Paleozoico; de cuerpo aplanado dorso-ventralmente, asimétricos, con tendencia a la simetría bilateral; presentan un apéndice terminal que posiblemente les servía para fijarse a objetos o al fondo marino o para desplazarse.

Clase HOMOIOSTELEA. Cámbrico Superior-Devónico Inferior

Son carpoideos de cuerpo asimétrico, angular, deprimido, formado por placas poligonales irregulares, con una prolongación anterior que constituye una especie de brazo; en el extremo opuesto hay un apéndice caudal hueco, formado por dos filas de placas imbricadas. La abertura oral nunca ha sido observada en los fósiles, tal vez por ser interna, en cambio el ano ocupa una prominencia en la proximidad del apéndice caudal.

Clase HOMOSTELEA. Cámbrico Medio

Son carpoideos cuyo cuerpo es deprimido de forma oval, cubierto por placas grandes en la periferia y por placas pequeñas en el centro; presenta las caras dorsal y ventral diferenciadas. El ano y la boca son dos aberturas que se localizan en el margen anterior de la teca. Tienen un apéndice caudal cubierto por dos hileras de placas poligonales irregulares, que posiblemente les servía para fijarse al fondo del mar. Uno de los géneros más característicos del grupo es *Trochocystites* del Cámbrico Medio de la provincia de León, España.

Clase STYLOPHORA. Cámbrico Medio-Devónico

Son organismos bentónicos de vida activa, de cuerpo aplanado, asimétrico con tendencia a la simetría bilateral, cubierto por placas de calcita cristalina, en las que hay una serie de aberturas que constituyen el sistema subvectivo, posiblemente con función respiratoria. En el extremo superior del cuerpo se localizan prolongaciones a manera de espinas formadas por placas articuladas, y en el otro extremo se localiza un apéndice caudal móvil llamado aulacóforo que está constituido por placas imbricadas.

El grupo ha sido motivo de controversia pues muchos autores lo consideran como equinodermata por la única razón de poseer placas de calcita cristalina; sin embargo otros autores, entre ellos Jefferies, proponen el término de calcicordados para denominarlos y se basan en la comparación de los caracteres morfológicos del grupo y los de las larvas de las ascidias.

Además de Jefferies, Fedotov y Bather hacen notar la posible derivación de los equinodermos a partir de un pterobranquio, basándose en las analogías que existen entre estos dos grupos y los graptolitos.

Clase ?MACHAERIDEA. Ordovícico-Devónico

Son fósiles de organismos marinos, de simetría bilateral aparente, de forma alargada con un extremo aguzado; presentan el cuerpo plano cubierto por placas calcáreas, articuladas o imbricadas en la cara dorsal. Este grupo es exclusivo del Paleozoico, de posición incierta y se le incluye dentro de los equinodermos por la naturaleza espática de las placas, aun cuando también se le ha incluido dentro del phylum Mollusca porque presenta crecimiento concéntrico en la teca.

Subphylum CRINOZOA. Cámbrico-Reciente

Se caracteriza por la presencia de simetría radial, pentámera, una teca globoide, piriforme, provista de apéndices llamados braquiolas, cuya función es la de capturar alimento. Los crinozoa viven fijos al fondo del mar por la parte aboral, ya sea directamente o por medio de un pedúnculo que desarrollan.

Todas las clases son extintas del Paleozoico, con excepción de los crinoides que continuaron hasta la actualidad, antiguamente se les clasificaba dentro del subphylum Pelmatozoa, pero se descartó esta categoría taxonómica porque se basaba exclusivamente en un carácter evolutivo de adaptación ecológica, que aparece indistintamente en diversos grupos.

Clase EOCRINOIDEA. Cámbrico Inferior-Ordovícico Medio

Los eocrinoideos son equinodermos primitivos que vivían fijos al fondo del mar, con pedicelo o excepcionalmente sin él, de simetría radial comúnmente pentámera. Presentan una teca en forma de saco constituida por placas sólidas poligonales o estrelladas, sin poros, numerosas en los primitivos y arregladas en ciclos en los más evolucionados.

Sobre la sutura de las placas hay poros que se localizan en depresiones alargadas llamadas epispiras, que a simple vista se observan como puentes que atraviesan la sutura entre dos placas. Carecen de verdaderos brazos y en su lugar tienen braquiolas, que son prolongaciones biserials insertadas en placas tecales comunes o en placas braquiolíferas especiales. La mayoría posee pedúnculo hueco formado por placas columnares discoidales o por numerosas plaquitas.

Los eocrinoideos se clasifican en diez familias y el género *Gogia* es uno de los más antiguos colectado en el Cámbrico Medio de Norteamérica.

Clase PARACRINOIDEA. Ordovícico Medio

Estos organismos constituyen un grupo extinto muy especializado, exclusivo del Ordovícico Medio. Son pelmatozoarios cuya teca es globular, algo deprimida, asimétrica con tendencia a la simetría bilateral, formada por numerosas placas poligonales o cóncavas, con surcos radiales que le confieren aspecto de "panal de abejas".

Presentan de dos a cuatro brazos llamados braquiolas, provistos de pínulas y situados en los extremos de surcos ambulacrales que parten de la boca. El pedúnculo es delgado con el mismo diámetro en toda su longitud. *Camarocystites punctatus* Hull es una especie característica del grupo, que ha sido colectada en el Ordovícico de Ontario, Canadá.

Clase CYSTOIDEA. Ordovícico Inferior-Devónico Superior

Esta clase es una de las más importantes del subphylum Crinozoa que se colecta únicamente en rocas del Ordovícico y el Devónico. Son equinodermos pelmatozoarios de cuerpo esferoidal con aspecto de vejiga, cubierto por placas poligonales unidas firmemente por suturas rectas que forman la teca.

En los más primitivos las placas son muy numerosas y no presentan un arreglo especial, en los más evolucionados el número de placas se reduce y hay cierta tendencia a formar ciclos de cinco placas cada uno, con la adquisición de una simetría claramente pentámera. Los ciclos de placas reciben diferentes nombres según el lugar que ocupan en la teca y las hay basales, laterales, radiales, orales y deltoideas.

Las placas están atravesadas por canales que desembocan en poros internos y externos, que varían en número y disposición; cuando corresponden a canales sencillos o bifurcados y se hallan dispersos en la superficie de las placas, se llaman haploporos; cuando se encuentran agrupados por pares en una depresión ovalada, se denominan diploporos; y cuando están agrupados por pares pero pertenecen a dos placas distintas y se relacionan por medio de un surco transversal, se nombran dicoporos o romboporos.

La función de los diferentes poros no ha sido bien definida y se cree que está relacionada con la función respiratoria, locomotriz o alimenticia.

Las áreas ambulacrales no están bien desarrolladas y se limitan a surcos que varían de dos a cinco, generalmente son sencillos pero pueden bifurcarse en pequeñas ramas laterales en cuya terminación se implantan las braquiolas.

La boca se localiza en la parte superior de la teca y está protegida por numerosas placas que forman una prominencia, y el periprocto se encuentra en las placas laterales, en

posición excéntrica, cubierto por numerosas placas triangulares que constituyen una pirámide anal.

La gran mayoría de los cistoideos presentan un pedúnculo con el que se fijan al sustrato. Este órgano tiene numerosas placas columnares cilíndricas, perforadas en el centro. Sin embargo en el género *Echinosphaerites* y en los afóridos la fijación se efectúa directamente por la base de la teca, ya que carecen de pedúnculo.

Clase BLASTOIDEA. Silúrico-Pérmico

Son pelmatozoarios gregarios, pequeños, de simetría pentarradial. Estos organismos presentan un cáliz constituido por un número definido de placas, distribuidas en tres basales, cinco radiales, cinco deltoideas y cinco lancetas.

En el centro del cáliz se localiza la boca rodeada por cinco áreas ambulacrales petaloides complejas cuyas características muy especiales los unifican, estas áreas se localizan sobre las placas radiales y están cubiertas por una placa longitudinal llamada lanceta que se une a las radiales mediante una serie doble de placas laterales, entre estas placas hay huecos donde se articulan las braquiolas.

Debajo de las lancetas se encuentran las sublancetas que son extensiones de las placas radiales, a los lados de las sublancetas existe una serie de pliegues internos o hidrospiras, comunicadas al exterior por medio de espiráculos. La función de las hidrospiras no se ha establecido definitivamente y se supone que era la respiratoria.

El pedúnculo es largo y está formado por placas discoidales crenuladas con una abertura central.

Clase PARABLASTOIDEA. Ordovícico Medio

Esta clase constituye un grupo de fósiles sumamente pequeño que se reduce únicamente al Ordovícico Medio, antiguamente

se le clasificaba dentro de la clase Blastoidea, pero se le ha separado en otra clase, debido a que tiene un número variable de placas en el cáliz y diferente estructura en los ambulacros. *Blastoidocrinus* es el único género que representa a este grupo.

Clase EDRIOBLASTOIDEA. Ordovícico Medio

A este grupo se le incluía anteriormente en la clase Blastoidea; está representado por el género *Astrocystites*, del Ordovícico Medio de Norteamérica. Se caracteriza por la existencia de repliegues internos en las placas radiales y deltoideas, y por la ausencia de brazos y braquiolas.

Clase CRINOIDEA. Cámbrico Medio, Ordovícico Inferior-Reciente

Es un grupo grande, diversificado y bien caracterizado dentro de los pelmatozoarios. Comenzaron en el Cámbrico y los hay en la actualidad, aun cuando su máximo desarrollo ocurrió en el Paleozoico, la mayor parte se extinguió a fines de esa era.

Son habitantes de aguas profundas (batiales) y de zonas arrecifales, miden desde unos cuantos centímetros hasta dieciocho metros en algunas especies fósiles, presentan pedúnculo con el que se fijan formando verdaderos "jardines marinos", aun cuando hay formas libres como las estrellas plumosas.

El pedúnculo de los crinoides está formado por discos calcáreos de contorno circular, pentagonal o poligonal, en cuya superficie hay estrías que permiten un perfecto acoplamiento entre dos placas; la parte central del pedúnculo es hueca y en ella se alojan órganos vitales.

El organismo está protegido por una teca, formada por dos partes: el cáliz y el tegmen. El cáliz está constituido por placas calcáreas poligonales o rectangulares.

Los crinoides se clasifican en cinco subclases (Echmatocrina, Inadunata, Flexibilia, Camerata, Articulata) que fundamentalmente se diferencian por la estructura del cáliz.

Clase CRINOIDEA. Cámbrico Medio, Ordovícico Inferior-Reciente

Subclase ECHMATOCRINEA. Cámbrico Medio

Subclase INADUNATA. Ordovícico Inferior-Pérmico Superior,
Triásico Medio

Subclase FLEXIBILIA. Ordovícico Medio-Pérmico Superior

Subclase CAMERATA. Ordovícico Inferior-Pérmico Superior

Subclase ARTICULATA. Triásico Inferior-Reciente

Subclase ECHMATOCRINEA. Cámbrico Medio

La subclase comprende un solo género. Este se caracteriza por tener un cáliz con numerosas placas dispuestas irregularmente, carece de tallo y tegmen y presenta muchos brazos implantados a su alrededor. *Echmatocrinus brachiatus* se describe del Cámbrico Medio del oeste de Canadá.

Subclase INADUNATA. Ordovícico Inferior-Pérmico Superior, Triásico Medio

Comprende crinoides con el cáliz pequeño, monocíclico o dicíclico formado por placas basales y radiales. Presentan cinco brazos libres ya que las placas braquiales no forman parte del cáliz; la boca y los surcos ambulacrales son externos. El interrradio anal está muy desarrollado y forma a veces un surco anal tan largo como los brazos. Son exclusivos del Paleozoico.

Subclase FLEXIBILIA. Ordovícico Medio-Pérmico Superior

Son crinoides dicíclicos, paleozoicos cuyo cáliz está formado por placas unidas por ligamentos que dejan huecos entre sí; el tegmen es flexible y presenta la boca y los surcos ambulacrales externos, los brazos no poseen pínulas y están unidos al tegmen por medio de placas interbraquiales libres con la punta enrollada hacia adentro.

Subclase CAMERATA. Ordovícico Inferior-Pérmico Superior

Son crinoides monocíclicos o dicíclicos con las placas del cáliz firmemente unidas; el tegmen forma una cúpula que cubre la boca y los surcos ambulacrales. Estos organismos se extinguen a fines del Paleozoico.

Subclase ARTICULATA. Triásico Inferior-Reciente

Comprende crinoides dicíclicos o pseudomonocíclicos; el cáliz es pequeño, formado por la articulación de placas basales y radiales con superficies estriadas; los brazos son libres, numerosos y largos, provistos de pínulas. Presentan la abertura bucal y los surcos ambulacrales externos; la mayoría tienen pedúnculo aunque formas fósiles y recientes carecen de él.

Clase LEPIDOCYSTOIDEA. Cámbrico Inferior

La clase está representada por el género *Lepidocystis*, que se caracteriza por su concha cónica formada por la imbricación de placas de diferentes tamaños, en donde se localizan poros suturales, orales, posiblemente con función respiratoria. En la región oral se encuentra la boca, la pirámide anal y los brazos, estos últimos cubiertos por dos hileras de placas.

Subphylum ASTEROZOA. Ordovícico-Reciente

Son equinodermos libres, pentámeros con forma de estrella debido al mayor crecimiento de los radios o áreas ambulacrales. Son formas epibentónicas que se mueven por medio de los

pies ambulacrales o por los brazos, aun cuando ciertas estrellas fósiles y recientes adoptaron una vida sedentaria y vivieron semienterradas en los sedimentos. La nutrición se efectúa por la acumulación de partículas alimenticias que penetran por los surcos ambulacrales o por la captura de pequeñas presas.

El cuerpo está constituido por un disco central y cinco brazos. En el centro de la cara ventral se abre la boca a donde llegan cinco surcos ambulacrales, que en los asteroideos son abiertos y en los ofiuroideos son cerrados. El disco central está formado por cinco placas radiales y cinco interradales o basales, que rodean a una placa central dorsal y por numerosas placas accesorias intercaladas en el disco. Los brazos son prolongaciones del cuerpo. Los fósiles de este grupo son escasos y es frecuente encontrar aisladas las placas que constituyen el cuerpo.

Los asterozoarios comprenden un grupo muy homogéneo formado por los somasteroideos, asteroideos y ofiuroideos. Los somasteroideos son los más antiguos (Ordovícico Inferior) y posiblemente de ellos hayan derivado los otros dos grupos. Los asteroideos y ofiuroideos se diferencian básicamente en la estructura y función de los brazos.

El subphylum Asterozoa se clasifica en la clase Stelleroidea cuyas características son las del subphylum.

Clase STELLEROIDEA. Ordovícico Inferior-Reciente

Subclase SOMASTEROIDEA. Ordovícico Inferior-Reciente

Subclase ASTEROIDEA. Ordovícico Inferior-Reciente

Subclase OPHIUROIDEA. Ordovícico Inferior-Reciente

Es un grupo reducido de estrellas fósiles y actuales, ya que los platasterioideos se consideran como formas evolucionadas de somasterioideos.

Presentan el cuerpo aplanado, pentagonal, con brazos petaloideos, cortos y anchos con dos hileras centrales de placas ambulacrales de las que parten metapínulas formadas por osículos virgales unidos por un tegumento, que les permitía cierta flexibilidad.

La subclase Somasteroidea tiene cuatro familias fósiles cuyos géneros más representativos son: *Villebrunaster* y *Chinia* *naster* colectados en el Ordovícico de Francia, y una familia de la actualidad cuyo género característico es *Platasterias*.

Subclase ASTEROIDEA. Ordovícico Inferior-Reciente

Comprende estrellas fósiles y actuales. Los fósiles de este grupo son escasos y generalmente se encuentran las placas aisladas.

Los asteroideos se caracterizan porque los brazos están comunicados con la parte central del cuerpo y presentan surcos ambulacrales abiertos, provistos de pies ambulacrales con ventosas, cuya función principal es la locomoción; los brazos están protegidos por numerosas placas que en los asteroidea primitivos tenían una disposición pinada, y en los más evolucionados se ordenan en series longitudinales. La subclase Asteroidea comprende cinco órdenes cuya clasificación se basa en las características de las placas de los brazos y la estructura del peristoma.

Subclase OPHIUROIDEA. Ordovícico Inferior-Reciente

Presentan el disco central perfectamente diferenciado de los brazos que son largos, cilíndricos y flexibles; contienen canales ambulacrales internos, cordones nerviosos y un

sistema muscular muy desarrollado que permite movimientos rápidos. Las placas ambulacrales están diferenciadas a manera de vértebras, se articulan unas con otras y proporcionan flexibilidad a los brazos. La subclase Ophiuroidea se clasifica en cuatro órdenes con fósiles en el Paleozoico, Mesozoico, Cenozoico y representantes actuales.

Subphylum ECHINOZOA. Cámbrico Inferior-Reciente

Presentan el cuerpo globoide, cilíndrico o discoidal sin prolongaciones en forma de brazos o braquiolas; las áreas ambulacrales se desarrollan según los radios y casi todas las clases del grupo presentan la boca y el ano en dirección opuesta. La mayoría tiene simetría radial pentámera, pero en algunos casos es bilateral o trímera.

Son eleuterozoarios típicos, de vida libre, sin embargo algunos son sedentarios como los edrioasteroideos y cyclocystoideos, grupos exclusivos del Paleozoico y holoturias de la familia Psolidae, del Reciente.

Clase HELICOPLACOIDEA. Cámbrico Inferior

Los helicoplacoideos son organismos de vida libre, exclusivos del Cámbrico Inferior de Estados Unidos y Canadá. Presentan el cuerpo fusiforme cubierto por placas dispuestas en espiral que les permitía contraerse o distenderse, en los extremos del organismo se localizan el polo apical y el oral sin abertura. El sistema ambulacral consta de un área principal que se inicia en la boca, continúa en espiral y termina antes del poro apical, y de un área secundaria muy reducida que comienza antes de la terminación de la principal, ambas áreas están constituidas por placas pequeñas rodeadas de placas grandes entre las cuales se localizan poros ambulacrales.

Entre cada dos vueltas del área ambulacral existe una interambulacral formada por surcos en espiral con diez grupos de tres filas de placas. Los helicoplacoideos están relacionados indudablemente con los edrioasteroideos, holoturoideos y equinoideos paleozoicos.

Clase EDRIOASTEROIDEA. Cámbrico Inferior-Misisípico

Comprende un grupo extinto, muy homogéneo, con pocos representantes sedentarios, que vivían fijos al fondo del mar y ocasionalmente cambiaban de lugar; la fijación se efectuaba por la base de la teca ya que no presentaban pedúnculo.

La teca era flexible, discoidal, de contorno circular o pentámero, formada por numerosas placas poligonales arregladas en áreas ambulacrales curvas, con surcos internos y dos hileras de placas ambulacrales grandes rodeadas por una doble fila de placas adambulacrales, que se abrían para dejar paso a los pies ambulacrales; el resto de la teca estaba ocupado por las áreas interambulacrales generalmente más anchas que las ambulacrales y constituidas por un número variable de placas imbricadas poligonales.

En la cara dorsal, en el centro de los radios o ambulacros se abre la boca. El ano también se localiza dorsalmente en uno de los interradios y está protegido por una pirámide de placas, llamada válvula piramidal, muy semejante a la de algunos cistoideos.

Entre la boca y el ano se encuentra una abertura que seguramente correspondía al hidroporo. Por la constitución de los ambulacros se deduce que estos organismos se alimentaban de pequeñas partículas, que serían transportadas por los surcos ambulacrales hasta la boca.

Clase OPHIOCISTIOIDEA. Ordovícico Inferior-Devónico Medio

Los representantes de este grupo son exclusivamente del Paleozoico. Los ofiocistioideos son organismos de vida libre, activa en algunos y pasiva en otros, ya que carecen de tallo, con ausencia de surcos ambulacrales, desarrollo acentuado de los pies ambulacrales, el ano en la cara aboral y la presencia de un aparato bucal masticador.

En estos organismos el cuerpo es discoidal deprimido o en forma de cúpula cubierto por placas poligonales en ciclos

irregulares. La cara oral está provista de grandes podios formados por un gran número de pequeñas placas, la boca se localiza en el centro de esta cara y está armada de piezas mandibulares. Presentan cinco áreas ambulacrales donde se implantan los podios y cinco áreas interambulacrales. El periprocto es excéntrico en la cara aboral.

Clase CYCLOCYSTOIDEA. Ordovícico Medio-Devónico Medio

Esta clase comprende un grupo de equinodermos extintos, del Paleozoico, de vida libre, ocasionalmente sedentarios. Presentan una teca discoidal, pequeña, formada por numerosas placas calcáreas distribuidas en ciclos: el ciclo central oral, el disco aboral y los anillos submarginal y marginal.

El disco central oral se caracteriza porque la boca ocupa una posición central, y de ella parten numerosos surcos ambulacrales que se ramifican dicotómicamente en sus extremos; el periprocto se localiza entre dos surcos ambulacrales del disco oral, pero ocupa una posición excéntrica marginal y está protegido por numerosas plaquitas.

El disco aboral ocupa la parte ventral y está constituido por un gran número de placas poligonales. El anillo submarginal está formado por placas anchas con facetas articuladas y en las que posiblemente se implantaban apéndices como pínulas o braquiolas, alrededor de la boca. El anillo marginal presenta gran número de pequeñas placas.

Clase HOLOTHUROIDEA. ?Ordovícico Medio, Devónico-Reciente

La clase comprende un grupo de equinodermos conocidos comúnmente como "pepinos de mar". La mayoría son de vida libre, aun cuando hay excepciones, pues algunos son sedentarios; se alimentan de plancton o del sedimento marino que contiene partículas orgánicas.

El cuerpo de las holoturias es generalmente cilíndrico o fusiforme, con simetría pentarradial que tiende a ser bilateral secundaria. El sistema ambulacral está formado por cinco áreas meridionales que convergen en la boca y

presentan numerosos pies ambulacrales con los que se desplazan ocasionalmente sobre el fondo del mar.

En alternancia con las áreas ambulacrales se localizan las interambulacrales que, en la cercanía de la boca, se transforman en verdaderos tentáculos retráctiles, ciliados, los cuales crean corrientes de agua para proveer al organismo de partículas alimenticias.

Los fósiles de este grupo son sumamente escasos, no obstante de ser una clase muy antigua, ya que el cuerpo está excepcionalmente cubierto por placas calcáreas y el esqueleto consiste únicamente en un anillo de placas faríngeas y numerosas espículas microscópicas incluidas en el tegumento.

Clase ECHINOIDEA. Ordovícico-Reciente

Son organismos que poseen un caparazón globoso o discoidal, formado por placas poligonales, ordenadas en ambulacros e interambulacros con tubérculos en donde se articulan espinas. En la cara apical se encuentra un sistema de placas genitales y oculares, en cuyo centro se localiza el periprocto de los "regulares". Las espinas son piezas calcáreas, móviles que se articulan en los tubérculos de las placas y les sirven para desplazarse, crear corrientes o protegerse.

Los representantes de esta clase son bentónicos, de vida activa y habitan en todos los mares, a diferentes profundidades y temperaturas. Se nutren de pequeñas presas o bien del sedimento marino. Se les ha colectado en rocas del Ordovícico, y han continuado desde este periodo hasta la actualidad.

La clasificación se basa en las características del caparazón y el grupo tiene dos subclases:

Subclase PERISCOECHINOIDEA. Ordovícico-Reciente

Esta subclase comprende equinoides paleozoicos y pospaleozoicos. Los primeros se caracterizan por presentar el caparazón flexible, formado por un número variable de placas imbrica-

das. El segundo grupo que constituye al orden Cidaroida presenta el caparazón rígido con ambulacros de dos hileras, cada placa con un solo par de poros; los interambulacros notablemente más anchos que los ambulacros, ya que son de dos o más hileras.

Cada placa interambulacral tiene un tubérculo primario, grande, con areola notable rodeada por tubérculos secundarios que forman un anillo escrobicular. El periprocto está dentro del sistema apical; las espinas poseen corteza gruesa. En México se han citado representantes de las familias Cidaridae (*Cidaris*, *Stereocidaris*) y Psychocidaridae (*Caenocidaris*).

Subclase EUECHINOIDEA. ?Carbonífero, Triásico Superior-Re
ciente

Son equinoides pospaleozoicos que derivaron de los cidáridos, y cuyo caparazón presenta veinte hileras de placas ordenadas en cinco ambulacros y cinco interambulacros.

Dentro de esta subclase se incluyen dos grandes grupos sin categoría taxonómica precisa: los endocíclicos y los exocíclicos.

Los endocíclicos son formas esferoidales de simetría radial; con el periprocto incluido en el sistema apical, la boca se localiza en la cara opuesta (oral) y están provistos de grandes espinas. Los géneros *Diadema*, *Salenia* y *Phymosoma* son representantes de este grupo.

Los exocíclicos se caracterizan por presentar un caparazón de forma esferoidal, oval o acorazonado, de simetría bilateral secundaria, con el periprocto fuera del sistema apical y localizado en el interrradio posterior; presentan pequeñas espinas sedosas.

Los géneros *Pedina*, *Salenia*, *Phymosoma*, *Holactypus*, *Conulus*, *Heteraster*, *Clypeaster*, entre otros, se citan de diferentes localidades de México.

Los equinodermos son organismos solitarios o gregarios, típicamente marinos, bentónicos y excepcionalmente epiplanc-tónicos o nectónicos. Sin embargo, en la actualidad se encuentran adaptados a lugares con salinidad variable, como en los estuarios de los ríos y las lagunas.

En este grupo existen dos tendencias adaptativas: los que viven fijos al sustrato y los que llevan una existencia libre. En los dos casos hay excepciones, pues en los crinoi-deos sedentarios por naturaleza, existen formas epiplanctó-nicas y en los equinoides y holoturias, formas sedentarias.

Se interpreta, por sus características morfológicas, que los heterosteleos vivieron extendidos sobre el fondo marino, con el pedúnculo fijo al sustrato o a diversos objetos.

Los extintos cistoideos y blastoideos se cree habitaron fondos marinos, de naturaleza variable, básicamente lodo suave donde se facilita el hundimiento del pedúnculo. Como consecuencia de ser organismos filtradores, debieron vivir en agua limpia, oxigenada y con plancton, del que se alimentaban a través de corrientes creadas por los brazos y braquiolas. Sin embargo, algunos autores opinan que los blastoideos pudieron existir en lugares de agua turbia y los cistoideos a diferentes profundidades.

Los edrioasteroideos vivieron en la zona intercotidal, en diferentes tipos de sustrato, de preferencia en lodos suaves.

Actualmente los asteroideos y ofiuroideos son bentónicos y se desplazan en fondos de naturaleza variable, en donde se nutren de detritus o de pequeñas presas que atrapan. Se localizan desde la zona litoral hasta grandes profundidades.

Los holoturoideos son bentónicos, sedentarios o de movimientos lentos y suelen habitar fondos rocosos y fangosos en todas las profundidades del mar.

Los equinoides constituyen un grupo de invertebrados acuáticos muy peculiares, ya que existe una relación directa entre la concha, los apéndices y el medio ambiente donde se desarrollan; sin embargo, poco se ha investigado y escrito al respecto por varias causas, entre las que se cuenta la escasez de los fósiles de este grupo, sobre todo del Paleozoico y por la naturaleza fragmentaria de la concha en muchos de ellos.

Los equinoides del Paleozoico Inferior se caracterizan por presentar conchas esferoidales multirradiales, portadoras de 20 hileras de ambulacros y más de 14 de interambulacros (Meloneechinoidea y Lepidocentroia) que se extinguieron al finalizar el Pérmico. Estos organismos con conchas frágiles, lógicamente tuvieron que vivir en lugares de aguas tranquilas, lo que se comprueba por la escasez de equinoides en depósitos lodosos. Sin embargo, en el pasado hubo tentativas de adaptación en lugares de una gran actividad marina, como lo demuestran los sedimentos de las montañas Glass de Texas.

Las investigaciones sobre la ecología de los equinoides recientes, proporcionan la clave para interpretar la ecología de los fósiles. Existe una estrecha relación entre la estructura de la corona y los apéndices y el medio ambiente en que se desarrollan, por ejemplo, las espinas planas en forma de escudo que pertenecen al fósil *Anaulocidaris*, indican que vivió en litorales rocosos, en donde los efectos de la acción marina eran muy fuertes, pues espinas con estas características, las presentan erizos actuales que viven en arrecifes. Los equinoides fósiles portadores de espinas largas, con la parte terminal ensanchada, posiblemente hayan habitado en sustratos suaves, protegiéndose de la acción marina, por el hundimiento de las espinas, como sucede en la actualidad con *Plesiadiadema indicum*.

Grupos como el de los pourtalésidos que viven en los sedimentos a gran profundidad presentan una estructura en forma de canal que rodea al peristoma y una fasciola subanal seguramente formas fósiles que tienen estas estructuras, vivieron en las mismas condiciones que los actuales, con las

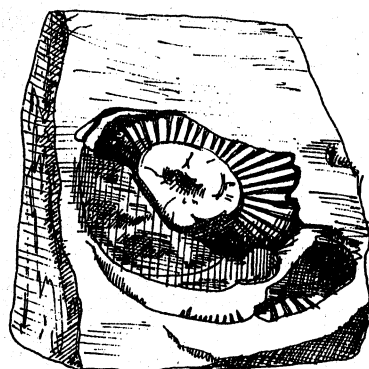
Se ha estudiado ampliamente al grupo de los spatangoideos actuales, y el resultado obtenido de esas investigaciones demuestra que existe una estrecha relación entre la concha y sus apéndices, con la clase de sustrato y profundidad a la que cava el erizo.

Las modificaciones de la concha y los apéndices pueden observarse claramente en los ejemplares fósiles, aun en el caso muy común de encontrar las conchas y espinas desarticuladas y separadas, ya que cualquier modificación de los apéndices queda implícita en la concha, es así como hay fósiles que demuestran que tuvieron una activa costumbre cavadora cuando fueron organismos vivientes. Estas estructuras no se encuentran desde luego en erizos que viven en las oquedades de los arrecifes. Las estructuras blandas que no fosilizan, como los pies ambulacrales, generalmente sufren modificaciones en su constante adaptación al medio ambiente, y dejan implícitas en la concha esas variaciones al modificarse los poros ambulacrales, que son las aberturas por las que salen al exterior los pies.

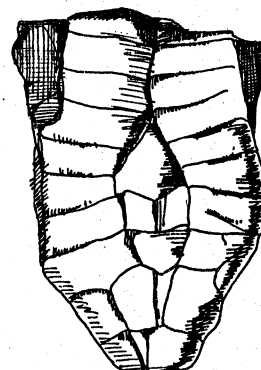
HISTORIA GEOLOGICA DE MEXICO

De los equinodermos sésiles, en México existen únicamente representantes de los crinoideos. En el Pensilvánico de Calnali, Hidalgo (Formación del Monte) se han encontrado numerosas placas columnares de crinoideos de los géneros *Cylindrocauliscus*, *Baryschr*, *Cyclocaudex* y *Lamprosterigma*, que también son comunes en otras localidades del Pensilvánico del país, entre ellas, Platanoaya, Puebla; Mixtepec, Oaxaca; Olinalá, Guerrero y la Concordia-Chicomuselo, Chiapas, con una significativa importancia paleobiogeográfica.

310 En el Pérmico de Coahuila se describe a *Parspaniocrinus beinerti* (figura 12.3).



Lamprosterigma mirificum
del Pensilvánico de Chiapas.

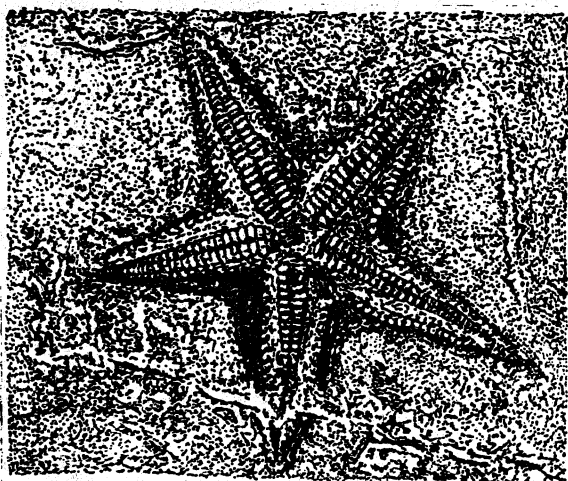


Parspaniocrinus beinerti
del Pérmico de Coahuila.

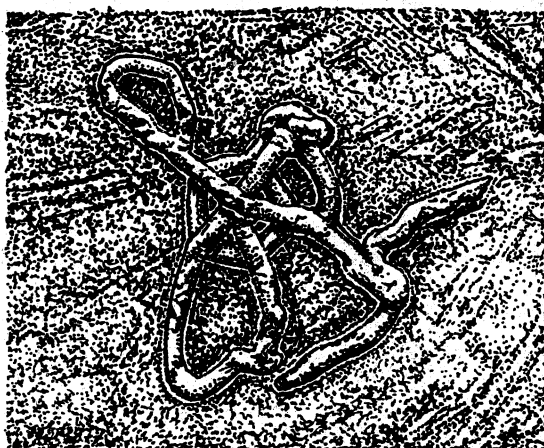
Figura 12.3 CRINOIDES DE MEXICO

En el Mesozoico se describe a *Somphocrinus mexicanus* del Triásico Superior de Sonora; *Apiocrinus tehuantepec* y *Millericrinus polyclonus* del Jurásico de Oaxaca.

Los asterozoarios son escasos en la rocas de México. En la región de Tepexi de Rodríguez, Puebla, se han encontrado del Cretácico Medio varios ejemplares de asteroideos y de ofiuroides. En la región de Huajuapán, Oaxaca se ha colectado un asteroideo (figura 12.4).



?*Astropecten* del Albiano
de Tepexi de Rodríguez,
Puebla.



?*Ophiura* del Albiano de
Tepexi de Rodríguez, Puebla.

Figura 12.4 ASTEROZOARIOS DE MEXICO

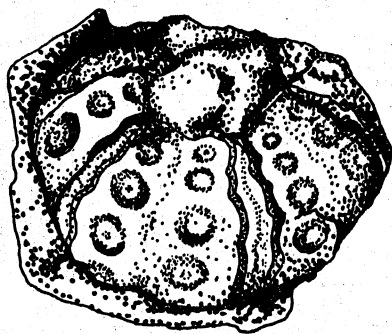
En varias localidades mesozoicas se encuentran relativamente abundantes equinoideos, entre ellas la Caliza Chimeco (Jurásico Superior) de Petlalcingo-Acatlán, Puebla; la caliza con *Cidaris* (Jurásico Superior) de Tlaxiaco, Oaxaca (con numerosas especies de *Cidaris*, *Pedina*, *Heterosalenia*, *Salenia*, *Pseudocidaris*, *Acrocidaris*, *Stomechinus* y *Codiopsis*; y en el Jurásico Superior de Palomas, Chihuahua con *Caenocidaris* cf. *C. cucumifera*.

Del Cretácico Inferior es digna de mencionarse la Formación San Juan Raya (Barremiano-Aptiano) de la región de Tehuacán, Puebla, primera localidad fosilífera reportada de México, excepcional por la abundancia de invertebrados fósiles, entre ellos equinoides de los géneros *Hemiaster*, *Heteraster*,

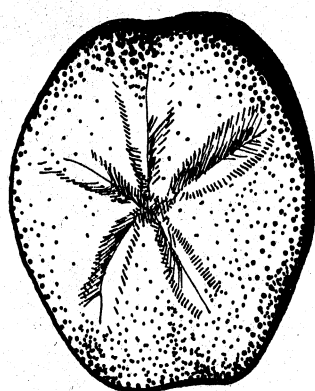
Loriolia, *Magnosia*, *Phymosoma*, *Pseudocidaris*, *Pseudodiadema*, *Salenia* y *Tetragramma*. Del Aptiano del Cerro de las Conchas en Arivechi, Sonora, se han colectado *Tetragramma*, *Macraster*, y *Epiaster*. En los estados de Coahuila, Chihuahua y Durango existen varias especies cretácicas de los géneros *Coenholecypus*, *Heteraster*, *Macraster*, *Globator*, *Hemiaster*, *Holecypus* y *Discoides*.

En la región occidental del país en Huetamo, Michoacán (Formación San Lucas) se reportan del Albiano especies de *Tetragramma* y *Heteraster*. En el estado de Colima se han citado numerosos ejemplares de *Heteraster mexicanus*, índice del Albiano.

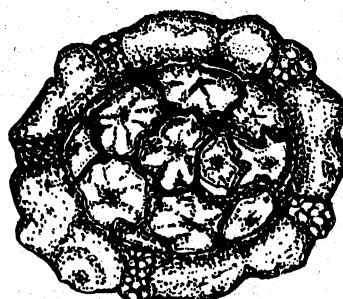
En la región central-sureña del país en el estado de Guerrero se colectan en afloramientos del Cretácico Superior cidaroides y en el estado de Chiapas, al extremo sur de la República, hay equinoides del Cretácico Superior (*Conulus* y *Globator*) y del Terciario (*Cassidulus*, *Clypeaster*, *Encope*). La cuenca petrolera de Tampico-Misantla se caracteriza por la abundancia de equinoides exocíclicos del Terciario, entre ellos *Clypeaster*, *Encope* y *Dendraster*. La península de Baja California tiene numerosas localidades del Terciario con representantes de equinoideos (*Encope*, *Dendraster*, *Clypeaster*, *Mellita*, *Scutella*) (figura 12.5).



Cidaris submarginata
del Jurásico Superior
de Petlalcingo, Puebla.



Hemiaster calvini del
Cretácico Superior del
cerro de Muleros, Chi-
huahua.



Salenia mexicana del
Albiano de Placer de
Guadalupe, Chihuahua.

Figura 12.5 EQUINOIDES DE MEXICO

Recientemente se han descubierto en el Albiano de Tepexi de Rodríguez, Puebla, algunos ejemplares de holoturoideos (figura 12.6).

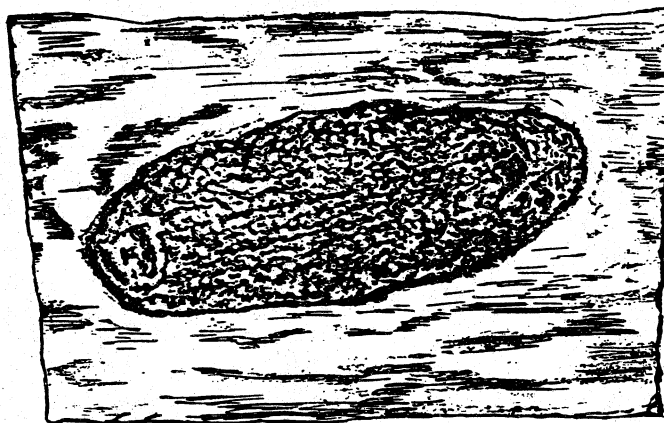


Figura 12.6 HOLOTURIA DEL CRETACICO DE TEPEXI DE RODRIGUEZ,
PUEBLA

ABORAL. Lado o dirección opuesta a la boca.

ADAPICAL. Cerca o hacia el sistema apical.

ADORAL. Cerca o hacia la boca.

AMBITO. Línea de mayor circunferencia de la concha.

AMBULACRAL. Correspondiente a la posición o lo que concierne al ambulacro.

AMBULACRO. Cada uno de los cinco segmentos de la concha comprendidos entre el sistema apical y el peristoma, que alternan con cinco segmentos interambulacrales.

ANILLO. Reborde de la base de la espina para la inserción de los músculos.

APICE. Parte más alta de la concha.

AREOLA O ESCROBILO. Depresión alrededor del cono para la fijación de los músculos que controlan el movimiento de las espinas.

BRAQUIA. Apéndice articulado formado por placas.

BRAZO. Apéndice articulado más largo que el cuerpo de los ofiuroides.

CALIZ. Endoesqueleto formado por placas y el tegmen.

CAPARAZON o TECA. Endoesqueleto formado por un número variable de piezas.

COLUMNA. Tallo o pedúnculo flexible que sostiene el cáliz.

CORONA. Concha del erizo constituida por ambulacros e interambulacros, excluyendo los sistemas apical, periproctal y peristomal, linterna y apéndices.

CORTEZA. En la espina, capa densa, externa, generalmente ornamentada.

CRENULADO. Término descriptivo para el tubérculo; acetábulo de la espina con periferia acostillada.

DICICLICO. Tipo de sistema apical con placas oculares y genitales en dos círculos concéntricos, estando las genitales en contacto con el margen periproctal.

ESPICULA. Disco o varilla calcárea pequeña, incluidos en los tejidos del cuerpo.

ESPINAS, RADIOLA. Columna calcárea, alargada, movable sobre el tubérculo y articulada a él.

FASCETA ARTICULAR. En la espina, parte proximal para la articulación.

- FASCIOLA. En la corona, banda estrecha de pequeños tubérculos que soportan unas espinas especiales que en erizos vivientes son abundantemente ciliadas.
- HIDROSPIRA. Conjunto de pliegues calcáreos en los ambulacros de los blastoideos.
- INTERAMBULACRO. Cada uno de los cinco segmentos de la testa que se extiende desde el sistema apical hasta el peristoma alternando con los ambulacros.
- IRREGULAR. Equinoides con periprocto localizado fuera del anillo óculo-genital.
- MADREPORITA. Placa del sistema apical que permite el acceso del agua exterior al sistema vascular.
- MAMELON. Cúspide elevada y redonda del tubérculo, en la cual se articula la espina.
- ORAL. Lado de la concha donde se localiza el peristoma, usualmente dirigido hacia el sustrato.
- PERIPROCTO. Abertura en la testa para el ano, cubierta en vida por la membrana periproctal.
- PERISTOMA. Abertura en la testa para la boca, cubierta en vida por la membrana peristomal.
- PETALO. Segmento del ambulacro diferenciado adapicalmente.
- PLACA. Elemento esquelético de un solo cristal de calcita.
- PLACA BASAL. Las tres primeras placas del cáliz de los cistoideos.
- PLACA DELTOIDEA y RADIALES. Conjunto de diez placas que forman el cáliz de los cistoideos.
- PLACA GENITAL. Placa apical de un segmento interr radial, con uno o más poros para arrojar los productos de la reproducción.
- PLACA OCULAR. Placa primordial del sistema apical en la terminación del ambulacro, perforada por un poro ocular.
- PORO AMBULACRAL. Abertura a través de la placa ambulacral para el paso del tubo del pie.
- PORO GENITAL. Abertura en la placa genital para la salida de los productos de la reproducción.
- PORO OCULAR. Perforación en la placa ocular para el paso de un tentáculo terminal.
- REGULAR. Tipo de testa que presenta el periprocto en el anillo óculo-genital del sistema apical.

316 SISTEMA AMBULACRAL. Conjunto de tubos por donde circula el agua.

SISTEMA APICAL. Placas en la terminación aboral de los ambulacros e interambulacros que son oculares y genitales; puede haber una o más placas complementarias.

SUBPETALOIDE. Tipo de ambulacro que muestra una tendencia hacia el desarrollo petaloide.

SUTURA. Línea en la superficie de la testa que marca el contacto entre placas adyacentes.

TEGMEN. Membrana que cubre la región oral de los equinodermos sésiles.

TESTA. Concha.

TUBERCULO. Protuberancia de la superficie externa de las placas de la testa en la cual se articula una espina.

TUBERCULO MILIAR. Tubérculo que soporta una espina miliar.

TUBERCULO PRIMARIO. Tubérculo donde se articula una espina primaria.

TUBERCULO SECUNDARIO. Tubérculo en el cual se articula una espina secundaria.

VALVULA PIRAMIDAL. Cono formado por placas triangulares pequeñas que protegen al ano.

- ADDICOTT, W.O., y EMERSON, W.K., 1959, *Late Pleistocene invertebrates from Punta Cabras, Baja California*. Amer. Mus. Nat. Hist. Novitates, n. 1925, 33 p.
- ADKINS, W.S., 1918, *The Weno and Pawpaw formations of the Texas Comanchean*. Univ. Texas Bull. 1856, 146 p.
- _____, 1928, *Handbook of Texas Cretaceous fossils*. Univ. Texas Bull. 2838, 385 p.
- _____, 1932, *The Mesozoic System in Texas*. Univ. Texas Bull. 3232, p. 239-518.
- AGUILERA, J.G., 1906, *Excursión de Tehuacán a Zapotitlán y San Juan Raya*. Congr. Geol. Intern. Xa. Ses. México, Libreto-guía 7, 27 p., 1 mapa, 1 tabla.
- _____, y ORDÓÑEZ, E., 1893, *Datos sobre la geología de México*. Imprenta Cosmos, Tacubaya, D.F., México, 87 p.
- _____, ORDÓÑEZ, E. Y BUELNA, R., 1896, *Bosquejo geológico de México*. Bol. Inst. Geol. México, n. 4-6, 268 p.
- ALENCASTER, G. y BUITRON, B.E., 1965, *Fauna del Jurásico Superior de la región de Petlalcingo, estado de Puebla*. Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol. Paleontología Mexicana n. 21, pt. II, 53 p., 14 lám.
- ALLISON, E.C., 1955, *Middle Cretaceous Gastropoda from Punta China, Baja California*. Jour. Paleont. v. 29, p. 400-433, lám. 40-43.
- ALMAZAN V.E., y BUITRON, B.E., 1984, *Bioestratigrafía del Cretácico Inferior de Baja California, México*. Memoria III Congr. Latín. de Paleontología, Oaxtepec, Mor., México, p. 378-387.
- BAKER, C.L., 1930, *Geological cross section of Isthmus of Tehuantepec*. Panamerican Geol. v. 53, p. 161-174, 1 lám.
- BÖSE, E., 1905, *Geología de Chiapas y Tabasco*. Inst. Geol. México, Bol. 20, 116 p.
- _____, 1906, *Excursión au Cerro de Muleros prés de Ciudad Juárez, Chihuahua*. Cong. Geol. Intern. Xa. Ses. México, Libreto-guía 20, 24 p.
- _____, 1906, *Nota preliminar sobre la fauna pliocénica de Santa María Tatetla*. Bol. Soc. Geol. Mexicana, T. II, p. 51.
- _____, 1910, *Monografía geológica y paleontológica del cerro de Muleros cerca de Ciudad Juárez, edo. de Chihuahua*. Bol. Inst. Geol. México, n. 25, 189 p., 48 lám.
- _____, 1910, *Nuevos datos para la estratigrafía del Cretácico en México*, Parergones, Inst. Geol. México, T. 3, n. 5, p. 255-280.

- BÖSE, E., 1910, *Neue Beiträge zur Kenntnis der mexikanischen Kreide*. Centralblatt, Min. Geol. Pal., p. 652-662.
- _____, 1913, *Faunas del Cretácico Superior de Coahuila y regiones limítrofes*. Bol. Inst. Geol. México, n. 30, 56 p., 8 lám.
- _____, 1923, *Algunas faunas cretácicas de Zacatecas, Durango y Guerrero*. Bol. Inst. Geol. México, n. 42, 219 p., 19 lám.
- _____, 1927, *Cretaceous Ammonites from Texas and Northern Mexico*, Univ. Texas Bull. 2748, p. 141-357.
- _____, Y. CAVINS, A., 1927, *The Cretaceous and Tertiary of Southern Texas and Northern Mexico*. Univ. Texas Bull. 2748, p. 7-142.
- BOYLE, C.B., 1893, *A catalogue and bibliography of North American Mesozoic Invertebrata*. U.S., Geol. Surv. Bull. 102, 315 p.
- BUITRON, B.E., 1968, *Catálogo de equinoides fósiles de México*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geol., Paleontología Mexicana no. 26, 50 p.
- _____, 1970a, *Equinoides del Cretácico Inferior de la región de San Juan Raya-Zapotitlán, estado de Puebla*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana 30, 45 p., 9 lám.
- _____, 1970b, *Equinoides del Jurásico Superior y del Cretácico Inferior de Tlaxiaco, Oaxaca*. México, D.F., Soc. Geol. Mexicana, Libro-guía México-Oaxaca, p. 154-163, 4 figs.
- _____, 1971, *Equinoides del Cretácico del norte de México*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana 31, 46 p., 12 lám.
- _____, 1973a, *Equinoides del Cretácico Medio de Colima*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana 36, p. 21-29, 1 lám.
- _____, 1973b, *Tetragramma gloriae n. sp. equinoide de la Formación San Lucas (Hauteriviano-Aptiano) de la región de Huetamo, Michoacán*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana 36, p. 33-41, 1 lám.
- _____, 1974a, *Algunas especies de la familia Conulidae Lambert, 1911 (Echinoidea) del Cretácico Superior de Chiapas*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana 39, p. 1-20, 3 lám.
- _____, 1974b, *Algunos equinoides (Echinoidea) del Oligoceno de Chiapas*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana 39, p. 31-44, 4 lám.
- _____, 1974c, *Caenocidaris cf. C. cucumifera (Agassiz), Equinoide del Jurásico Superior de Chihuahua*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana 40, p. 45-49, 1 lám.

- BITRON, B.E., 1976, *Tres especies de equinoides (Echinodermata-Echinoidea) del Cretácico Superior de Atenango del Río, Guerrero*. Bol. Soc. Geol. Mexicana, v. 37, p. 18-24, 1 lám.
- _____, 1977, *Algunos aspectos evolutivos de los equinoides de San Juan Raya, Puebla*. Soc. Historia Natural, Rev. T. 35, p. 277-284.
- _____, 1977, *Invertebrados (Crinoidea-Bivalvia) del Pensilvánico de Chiapas*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Rev. v. 1, n. 2, p. 144-150.
- _____, 1978, *Hemicidaridos (Echinodermata-Echinoidea) del Jurásico Superior de Oaxaca y Chiapas*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Rev. v. 2, n. 1 p. 65-68.
- _____, 1978, *Distribución de los equinoides terciarios en la planicie costera del Golfo de México y la región mediterránea*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Bol. 101, p. 66-113.
- _____, 1980, *Taxonomía, Estratigrafía y Paleobiogeografía de Equinoides (Echinodermata-Echinoidea) Terciarios del este de México*. Actas III Congreso Argentino de Paleontología y I Congreso Latinoamericano de Paleontología, Tomo II, p. 305-314.
- _____, y SILVA, S.B., 1979, *Dos especies de equinoides (Echinodermata-Echinoidea) del Eoceno Tardío de Tantoyuca, Veracruz*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Rev. v. 3, n. 2, p. 122-125.
- _____, y GUADARRAMA, O.D., 1980, *Catálogo de Invertebrados del Cenozoico de México*. IV Congreso Nal. de Zoología, Univ. Nal. Autón. de Baja California Norte, Libro de Resúmenes, p. 178.
- _____, PATIÑO, J. y MORENO, A, 1987, *Crinoides del Paleozoico Tardío (Pensilvánico) de Calnali, Hidalgo*. Soc. Mexicana de Paleontología, Rev. vol. 1, n. 1, p. 125-136.
- _____, Y MALPICA, C.R., 1987, *Tepexi de Rodríguez, Puebla, una localidad fosilífera famosa de México*. Libreto-Guía de la Excursión del I Cong. Nal. de Paleontología, 24 p.
- _____, y OLIVOS, F., 1987, *Una holoturia del Cretácico Medio de México*. Simposio Internacional "El Cretácico de México y América Central. Actas de la Facultad de Ciencias de la Tierra, Univ. Autón. de Nuevo León, Resúmenes 2, p. 175.
- BURKHARDT, C., y VILLARELLO, J., 1909, *Estudio geológico de los alrededores de una parte del río Nazas*. Parergones, Inst. Geol. México, T. 3, n. 2, p. 115-135.
- CALDERON, G.A., 1956, *Estratigrafía del Mesozoico y Tectónica del sur del estado de Puebla, presa de Valsequillo, Sifón de Huexotillanapa y problemas hidrológicos de Puebla*. Congr. Geol. Inter. XXa. Ses. México, Libreto-guía Excursión A-11, 94 p.

- CASO, M.E., 1951, *Los equinoides fósiles del Cenozoico de México*. Bol. Asoc. Mexicana Geol. Petrol. v. 3, ns. 1-6, p. 57-96.
- _____, 1956, *El género Clypeaster Lamark 1801, en el Terciario de México*. An. Inst. Biol. t. 27, n. 2, p. 487-528.
- CHACE, E.P., 1956, *Additional notes on the Pliocene and Pleistocene fauna of the Turtle Bay area, Baja California, Mexico*. San Diego Soc. Nat. Hist., v. 12, p. 177-180.
- CHUBB, L., 1959, *Upper Cretaceous of Central Chiapas, Mexico*. Bull. American Assoc. Petrol. Geol., v. 43, n. 4, p. 725-756, figs. 1-10.
- CLARK, W.B., 1893, *The Mesozoic Echinodermata of the United States*. U.S. Geol. Survey, Bull. 97, 207 p.
- _____, y TWITCHELL, M., 1915, *The Mesozoic and Cenozoic Echinodermata of the United States*. U.S. Geol. Survey Mem. 54, 341 p.
- COOKE, C.W., 1946, *Comanche echinoid*. Jour. Paleont. v. 20, n. 3, p. 193-237.
- _____, 1953, *American Upper Cretaceous Echinoidea*. U.S. Geol. Survey, Prof. Pap. 254-A, 44 p., 16 lám.
- _____, 1955, *Some Cretaceous Echinoid from the Americas*. U.S. Geol. Survey, Prof. Pap. 264-E, p. 87-112, lám. 18-29.
- COTTEAU, G.H., 1890, *Note sur quelques Equinides du Terrain Crétacé du Mexique*. Bull. Soc. Géol. France, ser. 3, v. 18, p. 292-299, lám. 1-2.
- DICKERSON, R.E., y KEW, W.S., 1917, *Tertiary mollusks and echinoderms from the vicinity of Tuxpan, Mexico*. (Abst.), Geol. Soc. America, Bull. 28, p. 224-225.
- _____, 1917, *The fauna of a medial Tertiary formations and the associated horizons of northeastern Mexico*. Proc. California Acad. Sci. ser. 4, v. 7, p. 125-156, lám. 17-26.
- DUMBLE, E.T., 1911, *Tertiary deposits of northeastern Mexico*. Science, n. ser., v. 33, p. 232-234.
- _____, 1918, *Geology of the northern end of the Tampico Embayment area*. California, Acad. Sci., Proc. 4 ser., v. 8, p. 113-156, lám. 3-6.
- DURHAM, J.W., 1950, *E.W. Scripps 1940 cruise to the Gulf of California*. Part. 2. *Megascopic paleontology and marine stratigraphy*. Geol. Soc. America, Mem. 43, 216 p.
- _____, y ALLISON, C., 1960, *The geologic history of Baja California and its marine faunas*. Systematic Zool. 9, p. 47-91.
- EMERSON, W.K., 1956, *Pleistocene invertebrates from Punta China, Baja California, Mexico*. American Mus. Nat. Hist. Bull. 111, p. 317-342.
- FELIX, J., 1891, *Verteinerungen aus der mexicanischen Jura und Kreide Formation*. Palaeontographica, v. 37, p. 140-199, lám. 22-29.

- _____, 1899, *Uebersicht über die geologischen Verhältnisse des Mexicanischen Staates Oaxaca*. Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Republik Mexico, Schweizerbart'sche Vert. Stuttgart, p. 1-194.
- _____, y LENK, H., 1891, *Uebersicht über die geologischen verhältnisse des mexicanischen Staates Puebla*. Paleontographica, v. 37, p. 117-139, lám. 30.
- FLORES, D.A., y BUITRON, B.E., 1982, *Revisión y aportes a la estratigrafía de la montaña de Guerrero*. Univ. Autón. Guerrero, Ser. Tec. Científica n. 12, 28 p.
- _____, y _____, 1984, *Una nueva localidad del Paleozoico Superior de la región de la Mixteca Oaxaqueña*. Simposio de la Tectónica de la Mixteca, Bol. Soc. Geol. México, T. 45, p. 1-116.
- FLORES, T., 1908, *Datos para la geología del estado de Oaxaca*. Bol. Soc. Geol. Mexicana, v. 5, p. 107-128.
- _____, 1931, *Carta geológica de la Baja California*. Cartas geológicas, Inst. Geol. México, n. 1, 22 p., 1 lám., 1 mapa.
- GABB, W.M., 1869, *Description of cretacic fossils from Mexico*. Paleontology of California, v. 2, Sec. 3, p. 257-276.
- GARDNER, J.A., 1945, *Mollusca of the Tertiary formations of Northeastern Mexico*. Geol. Soc. America, Mem 11, 332 p., 28 lám.
- GONZALEZ-LEON, C., y BUITRON, B.E., 1984, *Bioestratigrafía del Cretácico Inferior del área de Lampazos, Sonora, México*. Memoria III Congr. Latinoamericano de Paleontología, Oaxtepec, Mor. México, p. 371-377.
- HANNA, G.D., y HERTLEIN, L.G., 1927, *Expedition of the California Academy of Science to the Gulf of California*. California Acad. Sci. Proc., ser. 4, v. 16, p. 137-157, lám. 5.
- HEILPRIN, A., 1890, *The Geology and Paleontology of the Cretaceous deposits of Mexico*. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, p. 445-469.
- HERTLEIN, L. G., y EMERSON, W.K., 1956, *Marine Pleistocene invertebrates from near Puerto Peñasco, Sonora, Mexico*. Trans. San Diego Soc. Nat. Hist., v. 12, p. 154-176.
- _____, y ALLISON, E., 1959, *Pliocene marine deposits in northwestern Baja California, Mexico, with the description of a new species of Acanthina*. Bull. Southern California Acad. Sci., v. 58, p. 17-26.
- HILL, R.T., 1893, *The Cretaceous formations of Mexico and their relations to the North American geographic development*. American Jour. Sci., v. 45, p. 307-324.
- HISAZUMI, H., 1930, *El Distrito sur de la Baja California*. An. Inst. Geol. México, n. 5, p. 41-82.

- IMLAY, R.W., 1936, *Geology of the western part of the Sierra de Parras*. Bull. Geol. Soc. America, v. 47, n. 7, p. 1126-1132.
- _____, 1944, *Correlation of the Cretaceous formations of the Greater Antilles, Central America and Mexico*. Bull. Soc. America, v. 55, p. 1005-1046.
- _____, 1944, *Cretaceous formation of Central America and Mexico*. Bull. American Assoc. Petrol. Geol., v. 28, n. 8, p. 1077-1195.
- ISRAELSKY, M.C., 1924, *Notes on some Echinoids from the San Rafael and Tuxpan beds of Tampico region, Mexico*. Proc. California Acad. Sci., Ser. 4, v. 13, n. 8, p. 137-145, 3 láms.
- JONES, T.S., 1938, *Geology of Sierra de la Peña and Paleontology of the Indidura formation, Coahuila, Mexico*. Bull. Geol. Soc. America, v. 49, n. 1, p. 69-149, 14 lám.
- JORDAN, E.K., y HERTLEIN, L.G., 1926, *Contribution to the Geology and Paleontology of the Tertiary of Cedros Island and adjacent parts of Lower California*. Proc. California Acad. Sci., ser. 4, v. 15, n. 14, p. 409-464, lám. 27-34.
- KELLUM, L.B., 1944, *Geologic history of the northern Mexico and its bearing on petroleum exploration*. Bull. American Assoc. Petrol. Geol., v. 28, n. 3, p. 301-325.
- _____, 1956, *Cretaceous invertebrates of the Aurora limestone*. Pap. Michigan Acad. Sci. Arts Let., v. 41, p. 205-231, 7 lám.
- KEW, W.S., 1920, *Cretaceous and Cenozoic Echinoidea of the Pacific Coast of North America*. Bull. Univ. California Publ., Dept. Geol., v. 12, p. 23-236, lám. 3-42.
- KING, R.E., y ADKINS, W.S., 1946, *Geology of a part of the Lower Conchos Valley, Chihuahua, Mexico*. Bull. Geol. Soc. America, v. 57, p. 275-294, 4 lám.
- LAMBERT, J., 1926, *Considérations sur les Échinides de la Comanche, série du Texas*. Bull. Soc. Geol. France, v. 26, p. 263-278.
- _____, 1935, *Notes sur quelques Échinides fossiles. II. Sur un Echinolampas du Désert Libyque. III. Échinides du Mexique*. Bull. Soc. Géol. France, ser. 5, v. 5, p. 364-374, lám. 16.
- _____, 1936, *Quelques nouveaux Échinides fossiles du Crétacé du Mexique*. Bull. Soc. Géol. France, ser. 5, v. 6, p. 1-6, 1 lám.
- LOEL, W, y COREY, H.W., 1932, *The Vaqueros Formation Lower Miocene of California. I. Paleontology*. Bull. Univ. California, Publ. Dept. Geol. Sci., v. 22, p. 31-410, lám. 4-65, 2 mapas.

- LOPEZ-RAMOS, E., 1956, *Visita a las localidades tipo de las formaciones del Eoceno, Oligoceno y Mioceno de la cuenca sedimentaria de Tampico-Misantla, en la llanura costera del golfo de México, entre Poza Rica, Ver., Tampico, Tamps. y Ciudad Valles, San Luis Potosí*. Congr. Geol. Intern. XXa. Ses. México, Libreto-guía Excursión C-16, p. 71-76; 87-90.
- MALDONADO-KOERDELL, M., 1950, *Otro equinoide y un braquiópodo del Cretácico Medio Inferior del estado de Colima, México*. Ciencia (México), v. 10, ns. 7-8, p. 206-208.
- _____, 1953, *Los equinoides regulares del Mesozoico de México*. An. Esc. Nac. Cien. Biol., v. 7, (1-4), p. 15-44, lám. 1-2.
- MINA, U., 1957, *Bosquejo geológico del territorio de la Baja California*. Bol. Asoc. Mexicana Geol. Petrol., v. 9, p. 141-269.
- MUIR, J.M., 1936, *Geology of the Tampico region Mexico*. Tulsa, Oklah., 280 p., 15 lám., 40 fig.
- MÜLLERRIED, F.K., 1934, *Estudios paleontológicos y estratigráficos de Tehuacán, Puebla*. An. Inst. Biol. t. 4, 5, n.1, p. 69.
- _____, 1943, *Paleontología y estratigrafía del Mesozoico en el valle de Tixtla, estado de Guerrero*. An. Esc. Nac. Cien. Biol. v. III (1-2), p. 235-264, 14 fig.
- _____, 1951, *Algunos fósiles marinos del Terciario Inferior y Medio de Palenque, Chiapas*. Soc. Mexicana, Hist. Nat. Rev., v. 12, ns. 1-4, p. 209-227.
- MYERS, R.L., 1968, *Bioestratigrafía de la Formación Cárdenas (Cretácico Superior)*, San Luis Potosí. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana n. 24, 89 p.
- NYST, H. y GALEOTTI, H., 1840, *Description de quelques fossiles du calcaire jurassique de Tehuacán, Mexique*. Acad. Sci. Bruxelles, p. 218.
- PECK, R.E., 1948, *A triassic crinoid from Mexico*. Jour. Paleontology, vol. 22, no. 1, p. 81-84, lám. 20.
- PERKINS, B., 1960, *Bioestratigraphic studies in the Comanche (Cretaceous) series of Northern Mexico and Texas*. Geol. Soc. America, Mem. 83, 138 p.
- SAPPER, C., 1896, *Geografía física y geológica de la península de Yucatán*. Bol. Inst. Geol. México, n. 3, 58 p., 6 lám.
- SCHLÜTER, C., 1887, *Ueber die regulären Echiniden der Kreide Nord-Amerikas unter Vorlegung einer neuen Salenia*. Eitz. Ber. Natur. Ver. Preuss. Rheinlande, Westfal. v. 44, p. 32-42.
- SHIMMER, H.W., y SHROCK, R.R., 1943, *Index Fossils of North America*. Massachusetts Ins. Tech., 719 p.

- SPRINGER, FRANK, 1922, *Crinoids from the Upper Cretaceous of Tamaulipas, Mexico*. United States National Museum, vol. 61, art. 5, p. 1-4, 1 lám.
- STANTON, T.W., y VAUHAN, T., 1896, *Section of de Cretaceous at El Paso, Texas*. American Jour. Sci. ser. 4, v. 1, p. 21-26.
- STAUB, W., 1931, *Zur Entstehungsgeschichtedes Golfeß von Mexico*. Eclogae Geol. Helvetiae, v. 24, p. 61-83, 1 tabla, 6 mapas.
- STRIMPLE, H.L., 1971, *A Permian crinoid from Coahuila, Mexico*. Jour. Paleont., vol. 45, No. 6, p. 1040-1042, 1 fig.
- THALMANN, H.E., 1935, *Die Miozäne Tuxpan-Stufe Gebiete Zwischen Rio Tuxpan und Rio Tecolutla (Staat Veracruz, Ost-Mexico)*. Eclogae Geol. Helvetiae, v.28, p. 543-546.
- VILLADA, M.M., 1905, *Una exploración a la cuenca fosilífera de San Juan Raya, estado de Puebla*. Confer. Mus. Nac. Sec. Hist. Nat. México, D.F., 44p., lám. A-K, 1 croquis.
- _____, 1910, *Viaje de exploración al estado de Veracruz*. Mus. Nac. Hist. Nat. y Soc. Mex. Hist. Nat. ser. 3, v. 1, 231 p.
- VIRLET D'AOUST, T., 1865, *Coup d'oeil général sur la topographie et la géologie de Mexique et de l'Amerique Centrale*. Bull. Soc. Géol. France, ser 2, v. 23, p. 14-50.
- WILSON, I.F., 1948, *Buried topography, initial structures and sedimentation in Santa Rosalía area, Baja California, México*. Bull. American Assoc. Petrol. Geol. v. 32, p. 1762-1807.
- _____, y ROCHA, P. 1955, *Geology and mineral deposits of the Bo-leo copper district, Baja California, Mexico*. U.S. Geol. Survey Prof. Papers 273, 134 p.

CAPITULO 13 CLASE GRAPTOLITHINA

Los graptolitos son organismos coloniales, marinos; la mayoría planctónicos y algunos bentónicos. Presentan una distribución amplia en el Ordovícico y Silúrico de varias regiones del mundo.

La colonia o rhabdosoma mide unos cuantos centímetros, es de naturaleza quitinosa o escleroproteica y está formada por una o varias ramas que reciben el nombre de estipes; en ellos se encuentran receptáculos cilíndricos o cónicos, aproximadamente de un milímetro. Con toda seguridad los receptáculos o tecas alojaban a un pólipo (figura 13.1).

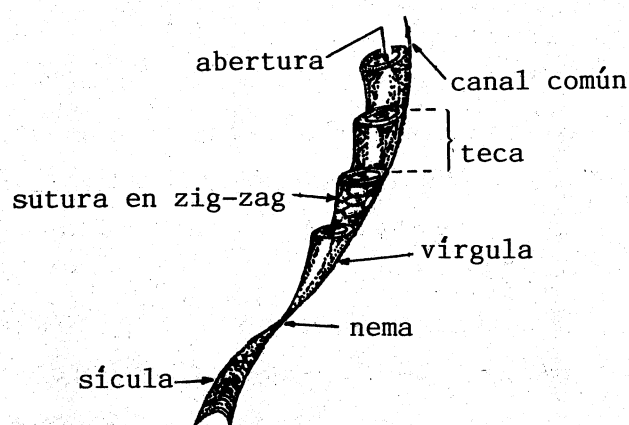


Figura 13.1 MORFOLOGIA DE GRAPTOLITOIDEOS

La posición sistemática del grupo es muy discutida y se le relaciona con los hemicordados y stomocordados, por ciertas afinidades con la morfología de estos taxa. El alcance estratigráfico de los graptolitos está comprendido entre el Cámbrico Medio y el Carbonífero. Los graptoloideos se consideran fósiles típicos de facies, pues la sucesión de las especies fue muy rápida y su distribución amplia, debido a su característica planctónica.

CLASIFICACION

Orden DENDROIDEA. Cámbrico Superior-Carbonífero Inferior

Orden TUBOIDEA. Ordovícico Inferior-Silúrico

Orden CAMAROIDEA. Ordovícico Inferior

Orden STOLONOIDEA. Ordovícico Inferior

Orden GRAPTHOLOIDEA. Ordovícico Inferior-Silúrico Superior

Orden DENDROIDEA. Cámbrico Superior-Carbonífero Inferior

Los dendroideos formaron colonias sésiles que se fijaban al sustrato por medio de la primera teca o sícula, o por secreciones a manera de raíces. Las colonias pueden ser ramificadas de manera dicotómica o tienen numerosos estipes dispuestos irregularmente.

En los estipes se aprecia polimorfismo tecal, pues se encuentran autotecas, bitecas y estolotecas unidas por un estolón principal; se interpreta que cada tipo de tecas albergaba un zoide diferente. La teca está revestida por un peridermo de naturaleza quitinosa en el que se observan dos capas: una fuselar, compuesta por anillos que convergen

de sutura en zig-zag; la otra capa llamada cortical, formada por láminas superpuestas uniformes. Los estipes están unidos entre sí por estructuras filamentosas horizontales llamadas disepimentos.

Entre algunos géneros del orden se encuentran: *Dictyonema*, *Dendrograptus*, *Staurograptus* y *Bryograptus*.

Los dendroideos son más importantes desde el punto de vista biológico que estratigráfico, pues a través de su estudio morfológico, se infiere cierta relación con los pterobranquios que comenzaron en el Ordovícico Inferior y cuyo representante actual es el género *Rhabdopleura*.

Orden TUBOIDEA. Ordovícico Inferior-Silúrico

Los rhabdosomas son fragmentarios del tipo dendroideo, con estipes rectos, cuyas tecas no están bien definidas; sin embargo se aprecia la presencia de autotecas y bitecas que comienzan en un disco basal. *Tubidendrum* y *Calyptograptus* son géneros característicos del orden.

Orden CAMAROIDEA. Ordovícico Inferior

Este orden comprende rhabdosomas fragmentarios en los que se aprecian las autotecas diferenciadas en dos partes: una distal y otra proximal; en esta última se encuentra una cámara. Los estolones quitinizados están presentes. Las colonias son sésiles e incrustantes. *Bithecocamara* es un género representativo del Tremadociano.

Orden STOLONOIDEA. Ordovícico Inferior

Como el grupo anterior, también se conocen de manera fragmentaria y se caracterizan por ser organismos incrustantes o sésiles. En ellos los estolones presentan un mayor desarrollo con forma y disposición irregular. *Stolonodendrum* es un género del Tremadociano de Polonia.

Orden GRAPTHOLOIDEA. Ordovícico Inferior-Silúrico Superior

Son graptolitos planctónicos o epiplanctónicos. Los rhabdosomas tienen estipes uniseriados y biseriados en relación a la posición de las tecas.

La sícula es la primera teca que se forma; presenta la abertura dirigida hacia abajo y está provista de un filamento o nema, cuya función es la de asirse a algún organismo para su flotación. El nema, a veces, se prolonga en una estructura esquelética llamada vírgula. Posteriormente a la sícula y por gemación se forman las subsecuentes tecas que son tubulares y cortas, situadas en serie a lo largo del estipe; cada una se abre en un canal común.

Las tecas presentan formas muy diversas, entre ellas: simples, sigmoideas, recurvadas, etc.; también la posición en el estipe es variable, pues están aisladas o juntas.

Los graptoloideos son fósiles de zona característicos, pues la duración de las especies en el tiempo fue muy corta y, por su carácter planctónico, fueron ampliamente distribuidos en los mares del Paleozoico.

Entre algunos géneros representativos del orden se citan: *Tetragraptus*, *Dichograptus*, *Didymograptus* y *Neurograptus*, *Orthograptus*.

Entre los graptolitos, los graptoloideos son organismos planctónicos, y los dendroideos, bentónicos. Los primeros flotaban por medio de un neumatóforo o se asían por el nema a las algas; los segundos desarrollaron órganos de fijación en forma de raíces.

Las inferencias sobre las características ecológicas de los graptolitos se hacen por la asociación con otros organismos similares actuales y por las características litológicas de las rocas en las que se encuentran. En algunos casos sólo se conservaron en pizarras, en las que se observan como trazos de escrituras antiguas; las pizarras se formaron en agua tranquila y relativamente profunda, donde seguramente al morir los graptolitos caían al fondo y se conservaban por las condiciones particulares de un ambiente reductor.

La presencia del nema se puede interpretar como un órgano para fijarse a las plantas o a otros organismos flotantes.

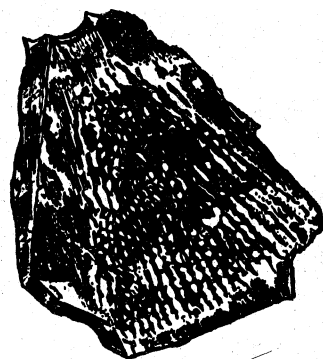
HISTORIA GEOLOGICA EN MEXICO

En la República Mexicana existen dos localidades, hasta ahora descubiertas, con numerosos graptolitos y otra con un ejemplar del cual hay duda respecto a su identificación.

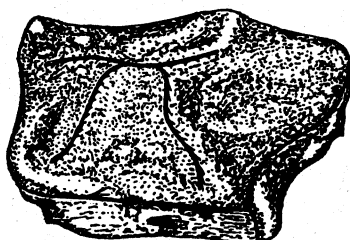
La primera de ellas se localiza en la barranca de Ixtaltepec, en el norte del estado de Oaxaca de donde se han descrito las especies: *Callograptus* cf. *C. elegans* Hall, *Dictyonema flabelliforme* (Eichwald) forma *typica* Brogger, *Dictyonema scitulum* Harris y Keble, *Dictyonema flabelliforme* (Eichwald) var. *oaxacensis* Sour y Buitrón, *Anisograptus delicatulus* Ruedemann, *Bryograptus kjerulfi* Gurley y *Staurograptus dichotomus* Emmons, del Tremadociano (figura 13.2).



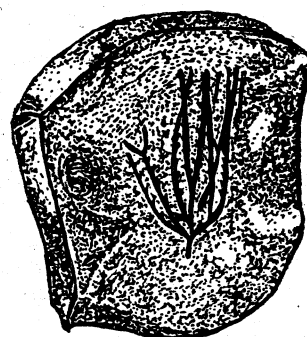
Dictyonema flabelliforme
forma typica.



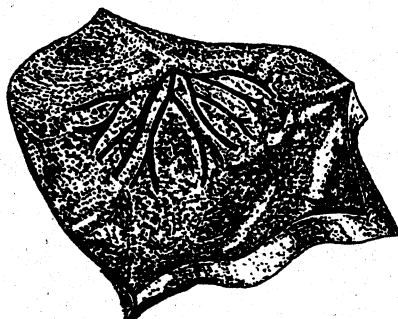
Dictyonema scitulum.



Anisograptus delicatulus.



Bryograptus kjerulfi.



Staurograptus dichotomus.

Es importante hacer notar que el establecimiento del límite entre el Cámbrico y el Ordovícico del mundo, representa un problema que todavía no se ha resuelto por la diversidad de criterios que existen. Sin embargo, la presencia de *Dictyonema flabelliforme* (Eichwald) en un nivel estratigráfico superior al de *Saukia* (trilobita) y *Cordylodus* (conodonto) permite, por lo menos, establecer el límite Cámbrico-Ordovícico en la región centro-septentrional del estado de Oaxaca.

La otra localidad se ubica en la región de Tonichi en la parte central del estado de Sonora. Las especies mencionadas son: cf. *Climacograptus* sp. y cf. *Pleurograptus* sp.

En el oeste de Ciudad Victoria, Tamaulipas, se localiza el anticlinorio Huizachal-Peregrina y de las rocas silúricas de la Formación Caballerangos, se cita a *Tallograptus* sp.

ABERTURA. Orificio exterior de las tecas.

AUTOTECA. Teca grande que posiblemente contuvo al zoide femenino.

BISERIAL. Rhabdosoma compuesto por dos hileras de tecas, unidas por las bases.

BITECA. Uno de los tres tipos de tecas de los dendroideos que posiblemente contuvo al zoide masculino.

CAMARA. Región proximal abultada en las autotecas de los camaroideos.

CANAL COMUN. Cavidad adjunta al estipe, que contiene al estolón y las tecas.

CORTICAL. Lámina exterior de las tecas formada por superposición de láminas uniformes.

DENDROIDE. Rhabdosoma o colonia de los dendroideos, caracterizada por su ramificación dicotómica o irregular de estipes.

DISEPIMENTOS. Tubos huecos que conectan a los estipes de los dendroideos.

ESTIPE. Cada una de las ramas de la colonia.

ESTOLON. Estructura filamentosa de los graptolitos dendroideos provista de zoides.

ESTOLOTECA. Una de las tres tecas de los graptolitos, en la que se encuentra el estolón, donde se supone se formaban los zoides.

EXTREMO DISTAL. La última región formada en las tecas.

EXTREMO PROXIMAL. La primera región del esqueleto de las tecas.

NEMA. Filamento de la sícula por medio del cual se fijan los graptolitos a cualquier objeto.

PERIDERMO. Lámina quitinosa de la pared de las tecas, formada por anillos cuyas suturas son en zig-zag.

RHABDOSOMA. Esqueleto de la colonia.

SICULA. Primera teca que se forma en la colonia.

SIGMOIDAL. Teca en forma de "S".

SIMPLE. Teca tubular recta.

TECA. Cada una de las estructuras tubulares o cónicas que forman la colonia y en las que vivió un zoide.

UNISERIADO. Estipe formado por una hilera de tecas.

VIRGULA. Estructura tubular esquelética que es continuación del nema.

ZOIDE. Organismo que habitaba las tecas y del que sólo se conocen algunas impresiones de los tentáculos.

- CARRILLO-BRAVO, J., 1959, *Notas sobre el Paleozoico de la región de Ciudad Victoria, Tamaulipas*. Bol. Asoc. Mexicana Geólogos Petroleros, vol. 11 (11-12), p. 671-680.
- GONZALEZ-LEON, CARLOS, 1982, *La paleogeografía paleozoica del norte de México; Tres hipótesis. 2a. parte*. Bol. Asoc. de Egresados de Geología de la Unison y de la Deleg. noroeste de la Soc. Geol. Mexicana. Notas Geológicas No. 2, p. 9-10. (Traducción).
- GUADARRAMA-MOULAT, O, 1981, *Catálogo de invertebrados fósiles del Paleozoico de México*. V Cong. Nal. de Zoología, Cuernavaca, Morelos. Libro de Resúmenes, p. 115.
- PEIFFER-RANGIN, FRANÇOISE, 1979, *Les zones isopiques du Paléozoïque inférieur du nord-ouest mexicain, témoins de relais entre les Appalaches et la cordillère ouest-américaine*. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 288, Série D-1517-D-1519.
- RIVERA-CARRANCO, E. y BUITRON, B.E., 1986, *Establecimiento del límite Cámbrico-Ordovícico (Formación Tiñú en Ixtaltepec, Edo. de Oaxaca, México)*. VIII Conv. Nal. Soc. Geol. Mexicana. Libro de Resúmenes, p. 211, México, D.F.
- SOUR, T.F., 1982, *Descripción de la comunidad tremadociana de la Formación Tiñú (Santiago Ixtaltepec, Oaxaca) y de la primera fauna de graptolitos (dendroideos) reportada para México*. VI Congr. Nal. de Zoología, Mazatlán, Sinaloa. Libro de Resúmenes (sin páginas).
- SOUR-TOVAR, F., BARRADAS-BIBRIESCA, M.I. y DURAN-MAGALLANES, C., 1982, *Descripción de la comunidad tremadociana de la Formación Tiñú (Santiago Ixtaltepec, Oaxaca) y de la primera fauna de graptolitos (Dendroideos) reportada para México*. VI Congr. Nal. de Zoología, Mazatlán, Sinaloa. Libro de resúmenes, Sección de Paleontología (sin número de páginas).
- _____ y BUITRON, B.E., 1987, *Los graptolitos del Tremadociano de Ixtaltepec, Oaxaca. Consideraciones sobre el límite Cámbrico-Ordovícico en la región*. Revista Soc. Mexicana de Paleontología, Vol. 1, Núm. 1, p. 380-394.

ERAS	PERIODO	EPOCA	DURACION EN MILLONES DE AÑOS	TIEMPO PASADO EN MILLONES DE AÑOS
CENOZOICO	Cuaternario	Reciente	5000 años	2.5
		Pleistoceno	2.5	
	Terciario	Plioceno	4.5	65
		Mioceno	19	
		Oligoceno	12	
		Eoceno	16	
		Paleoceno	11	
MESOZOICO	Cretácico		71	136
	Jurásico		54	190
	Triásico		35	225
PALEOZOICO	Pérmico		55	280
	Carbonífero	Pensilvánico	45	325
		Misisípico	20	345
	Devónico		50	395
	Silúrico		35	430
	Ordovícico		70	500
	Cámbrico		70	570
PRECAMBRICO			4030	

A

- Acanthoceras* 230,231
Acanthodiscus 230
Acanthonema 206
Acanthoplites 230
acatlana *Purpuroidea* 212
Acila 184
acostaensis *Globorotalia* 59
Acrocidaris 311
Acrospirifer 164
Acrotele 158,163
Actaeonella 210,214
Actaeonina 210,215
Acteon 215
Actinastrea crasso-ramosa 124
 shastensis 124
 tenuisepta 124
Actinoceras 222
Agathiceras 225
Agathiceras freschi 227
aguilerae *Procyathophora* 124,125
aguilerae *Tylostoma* 213
Agladrillia 215
Agoniatites 225
Agriotes succiniferus 276
Ajacyathus nevadensis 104
 rimouski 104
alamitocensis *Aspidoceras* 229
Albertella 263,268
Alectronia 197
Allocoeniopsis bernensis 124
Allogromia 54
Alokistocare 268
Alokistocarella 268
alpina *Calpionella* 73
Ambonychia 186
americanum *Ethmophyllum* 104
Amiskwia sagittiformis 39,149
Ammobaculites 63
Ammodiscus 63
Ammonitoceras 230
amphycylindricus *Cannartiscus* 68
Amphioxus 40
ampliapertura *Globigerina* 59
Ampullina 215
Amusium 187,198
Anadara 185,198
Anadara strebla 198
Anarcestes 225
Anatina 190,195
Anaulocidaris 308
Angelina 263,270
Anglonautilus catarinae 221
anguillina *Phaneroptyxis* 19
Anidanthus 164
Anisocardia 190,195
Anisoceras 230
Anisograptus delicatulus 330
annectans *Periscelis* 276
Anodontophora 195
Anomia 187,198
Antagnus 263 267
Anticonulus 205
antimonioensis *Choanoteuthis* 234
antimonioensis *Parafusulina* 55
Apiocrinus tehuantepec 310
Apiotrigonia 188
Aptyxiella 212,213
Arca 185,198
Archaeochitosa 62
Archaeocyathus yavorskii 104
Archaeosphaeridium dangeardianum 71

Archimedes 136
Archinacella 175
Archiozodus 188
Architectonica 215
Architeuthis 235
Archizophoria 161
Archycythereis 274
Arctica 190, 196
Arellanella 268
Arellanella caborcana 269
arellanoi Cuvieronius 17
arellanoi Rhynchonella 164
Arenonia 64
Argopecten 198
armigera Euphoberria 276
Amioceras 228
Articularia 65
Asaphellus 263, 270
Ascosymplecma expansum 93, 94
Aspidoceras 229
Aspidoceras alamtocensis 229
Astacodus 63
Astarte 190, 195, 196
Astracodes 276
Astracodes maxwelli 276
Astraeospongium 92
Astrocystites 297
Astropecten 311
Astylospongia 91
atempa Cyathophora 124
Athabaskia 268, 269
Atripa 163
Aturia 220
Aulacomya 185
Aulacomyella 187
Aulacosphinctoides 229
Aurila 274
Austrotrillina 65
Avicula 195
Aviculopecten 194

Aysheaia 260

B

Bactrites mexicanus 222
Baculites 222
Balanus 275
Balanus concavus 275
Balcis 215
Barbatia 185
Barretia 192, 197
Barretia multilirata 198
Barroisiceras 231
Baryphyllia confusa 124
Baryschyr 309
Bathysiphon 62
Baylea 204
Beela 65
beinerti Parspaniocrinus 310
Belemnitella 234
Belemnites 234
Bellerophon 204
Bellerophon crassus 211, 212
Belodus 16
bernensis Allocoeniopsis 124
Berriasella 229
Beudanticeras 230
Bickmorites 220
Bienvillia 263
Billingsites 219
Biloculina 56
Biradiolites 192, 197
Birimarnoldia 62
biserratum Infrapatoceras 229
Bisphaera 63
Bithecocamara 327
Blasta 184
Blastoidocrinus 297
Boesites 226
Bonnia 263

Bournonia 192,197
brachiatus Echmatocrinus 298
Brachyseris chellalensis 124
Brancoceras 230
bravoensis Schloenbachia 231
Brooksella cambria 110
brotzeni Rotalipora 58
Bryograptus 327
Bryograptus kjerulfi 330
Buccinopsis 214
Buccinum 208
Buchia 187,196
Buliminella 64
Bulla 210
bullatus Mertensides 20
bullatus Myophorella 20
Bumastus 270
Bursa 215
Butovicella 184
Byssopteria 186

C

caborcana Arellanella 269
Caborcella 268
Cadulus playagrandensis 177
Caecum 215
Caenocidaris 306,311
Caenocidaris cucumifera 311
calcarata Globotruncana 58
Calccla 117
californianus Nassarius 215
Caligella 63
Calliostoma 215
Callispira 206
Callista 191
Callograptus elegans 329
Calpionella 72
Calpionella alpina 73
Calpionellopsis oblonga 73

calvini Hemiaster 313
Calymene 270
Calytograptus 327
Camarocystites punctatus 294
cambria Brooksella 110
Cambridium 175
Cambrocyathus 104
Cameroceras 221
campbelli Nautilus 220
Cancellaria 209,215
Cancrinella 164
Candeina 65
Cannartiscus amphycylindricus 68
Caprina 192
Caprinuloidea 192
Cardita 189
Carditamera 189
Cassianella 195
Cassidulina 65
Cassidulus 312
Cassiope 213
catarinae Anglonautilus 221
Cellana 205
Cellanthus 65
Ceratites 222
Ceratomya 196
Ceraurus 270
Cerithiopsis 215
Cerithium 213,214
Chama 198
Cheirurus 270
Cheloniceras 227,230
chellalensis Brachyseris 124
Chenopus 207
Chiapasella 192,197
chiapasensis Pseudofusulina 55
chihuahuensis Placophyllia 124
Chinianaster 301
Chione 191
Chione guppyana 15

- latilirata* 198
Chitinodendron 62
Chiton 176
Chlamys 187
Choanoteuthis antimonioensis 234
Choffatella 64
Chonchopeltis 113
Chonetes 164
Cidaris 306,311
Cidaris submarginata 312
Cimacium 208
Cimatosyrinx lunata 215
Cladophyllia dichotoma 124
Clavigerinella 65
Clavulina 65
Climacograptus 331
Cliona 91
Clionites 228
Clypeaster 306
Coalcomana 192
Codiopsis 311
Coelozone 204
Colaniella 63
Columbella 208
Complexastrea cyclops 124,125
Composita 164
concavus Balanus 275
Conchidium 161
confusa Baryphyllia 124
conophora Polyphylloseris 124
Conulus 306
Conus 209
Conusphaera mexicana 69
cooperi Ethmophyllum 104
Coralliochama 192
Corallium rubrum 114
Corbicula 190
Corbula 195
Corbula durhamia 198
Cordylodus 331
Coroniceras 228
Coscinocyathus 104
Cossmannea 213
costalis Mackenzia 115
costata Exogyra 197
Craginia 213
Crassatellina 190
Crassispira 215
crasso-ramosa Actinastrea 124
crassus Bellerophon 211,212
Crenotrapezium 195
crepoi Thamnasteria 124,125
cretacea Serpula 148
Cribohantkenina 65
Crioceras 222,230
Crioceratites 226
Crucibulum 215
Ctenodesma 188
Ctenoides 187
Cucullaea 196,198
Cucullaerca 185
cucumifera Caenocidaris 311
culmula Dichadogonyaulax 70
Cushmanidea 274
Cuvieronius arellanoi 17
Cyathophora 125
Cyathophora atempa 124
Cyclocaudex 309
Cyclopecten 198
Cyclopectoceras 219
Cyclops 124
cyclops Complexastrea 124,125
cylindrica Polytholusia 93
Cylindrocauliscus 309
Cylindroteuthis 234
Cymatonota 188
Cymatosyrinx 215
Cypraea 207
Cyrtocycloceras 219
Cytheretta 274

D

Dalmanella 161*Dalmanites* 270*dangeardianum Archaeosphaeridium* 71*Daonella* 187*Daxia* 64*debilis Propago* 273*decipiens Thamnasteria* 124*declivivena Trichomyia* 276*delicatula Tecosmilia* 124*delicatus Anisograptus* 330*Dendraster* 312*Dendrograptus* 327*Dentalium* 177*Dentalium mexicanus* 177*neohexagonum* 178*rimosum* 177*Depranochilus* 214*Derbya* 164*Desmoceras* 230*Deusenia* 214*Diadema* 306*Dicellomus* 164*Diceras* 192*Dichadogonyaulax culmula* 70*Dichograptus* 328*dichotoma Cladophyllia* 124*dichotomus Staurograptus* 329,330*Dickinsonia spriggi* 110*Dictyocha fibula* 70*Dictyoclostus* 162,164*Dictyoconites* 234*Dictyoconus* 64*Dictyonema* 327*Dictyonema flabelliforme* 16*Dictyonema flabelliforme oaxacensis* 329*scitulum* 329,330*Dictyonina* 63*Didymograptus* 328*Didymotis* 187*Diodora* 204*Diraphora* 163*discalis Trichomyia* 276*Discoaster elegans* 72*martinii* 72*Discocoelia* 92*Discodermia* 95*Discoides* 312*displosa Lingulella* 165*Ditripodium fenestratum* 71*Donax* 198*d'orbygnianus Nautilus* 220*Dosinia* 191,198*Douvilleiceras* 230*Drillia* 215*Dufrenoyia* 230*Durangites* 229*Durania* 192,197*durhamia Corbula* 198*Dysodonta* 184

E

Earlandia 63*Echinaria* 164*Echinosphaerites* 296*Echioceras* 228*Echmatocrinus brachiatus* 298*Edmondia* 193*elegans Callograptus* 329*elegans Discoaster* 72*elliptica Mesocena* 70*Elphidium* 65*Elrathia graziensis* 269*Encope* 312

Endoceras 221
Engonoceras 230
Entalophora 136
Entolium 195
Eocallista 190, 195, 196
Eocunia 204
Eoderoceras 228
Eohippus 24
Eolagena 63
Eomiodon 195, 196
Eospirifer 164
Eouvigerina 64
Eparietites 228
Ephydatia 93
Epithonium 215
Equus 24
Eremoceras 219
Ethmophyllum americanum 104
 cooperi 104
 whitneyi 104
Euagassicerias 228
Euchinoceras 228
Euchlora rubra 35
Eulima 215
Eumphalus 204
Eunerinea 213
Euphemites 211
Euphoberria armigera 276
exilis *Pronepus* 273
Exogyra 187, 197
Exogyra costata 197
expansum *Ascosymplecma* 93, 94

F

Fasciola 35
Favosites 119
Felixastraea mexicana 124
felixi *Thamnasteria* 124
Fenestella 136, 139

fenestratum *Ditripodium* 71
Ferayina 65
fibula *Dictyocha* 70
Fibularia 65
fidicula *Pholadomya* 196
filiformis *Sepula* 148
flabelliforme *Dictyonema* 16
flabelliforme *oaxacensis* *Dictyonema* 329
flabelliforme typica 329, 330
freschi *Agathiceras* 227
Fusinus 215
Fustiaria hayense 177
 perlongum 177
Fusus 208

G

Ganella 65
Geragnostus 270
Gervillia 186, 197
gigas *Lepidocyclina* 60
Girtycoelia 92
Globator 312
Globigerapsis 65
Globigerina 64
Globigerina ampliapertura 59
Globigerinita 65
Globigerinoides 65
Globoconusa 64
Globorotalia acostaensis 59
 trinidadensis 59
Globotruncana calcarata 58
glomerosa *Praeorbulina* 59
Glossopleura 268, 269
Glossopleura leona 269
Glycymeris 185, 198
Glyphonyx punctatus 277, 278
Glyphostoma 215
Gnatodus 16
Gogia 294

Goldringia 220
gomezi Sonoraspis 269
Gomphoceras 219
Goniatites 222
Goniolites 226
Gonyoclimenia 225
Gorgonia 114
Gotlandochiton 176
Grammatodon 185, 196
graziensis Elrathia 269
Gryphaea 187, 196, 197
Gubkinella 64
guppyana Chione 15
Gymnagnostus 263, 270
Gymnentome 213
Gymnentome zebra 214
Gyrodes 214

H

haaki Pseudogastriceras 227
Halobia 187, 195
Halysites 119
Hamites 222, 230
Hantkenina 65
Haploceras 229
Harpagodes 207
Harpagodes oceani 212
Hastigerina 65
Hauerina 65
Haustator 214
hayense Fustiaria 177
Hebertella 161
Helicolepidina 65
Helicostegina 65
Heliophyllum 117
Heliopora 114
Helix 210
Hemiaster 311
Hemiaster calvini 313
Hesperonimia 163
Hesperorthis 163
Heteralosis 164
Heteraster 306
Heteraster mexicanus 312
Heterelasma 164
Heterohelix pulchra 58
Heteromeyenia 93
Heterosalenia 311
Heterotermes primaevus 14
Heterotrigonia 188
Hexaclymenia 225
Hexalonche microsphaera 68
hilli Perrinites 227
Hippurites 192
hispanica Stenosemellopsis 72
Holcostephanus 229
Holectypus 306
Holopea 205
holopygus Zacanthoides 268
Homo sapiens 8
Homomya 193, 197
Hoplites 229, 230
Hoplites otomitli 230
Hughmilleria norvegica 272
hurdi Phyllomyza 276
hurdi Telmatoscopus 276
Hydnoceras 91
Hydra viridis 111
Hydractinia 111

I

Idoceras 229
Idonearca 185
imperfecta Inglefieldia 268
indicum Plesiodiadema 308
Infrapatoceras 229
Infrapatoceras biserratum 229
Inglefieldia imperfecta 268

Inoceramus 186,195
Inoceramus labiatus 197
Inoperna 185,196
Iraqia 64
Ischnochiton 176
Islipia 205
Isocyprina 190
Isognomon 186
Isorcardia 195
istmica Ostrea 199

J

Japonites 226
Juraphyllites 229
Juvavites 226,228

K

Kingoceras 227
Kistocare 265
kjerulfi Bryograptus 330
kobayashii Vaugonia 195
Kochaspis 268
Kossmatia 229

L

labecula Philosepedon 276
labiatus Inoceramus 197
lamouronxii Thamnasteria 124
Lamprosterigma 309
Lamprosterigma mirificum 310
Latiastrea variabilis 124
latilirata Chione 198
Lenticulina 64
leona Glossopleura 269
Leopoldia 230
Lepas 275
Lepidocyclina gigas 60

Lepidocyclina 65
Lepidocystis 299
Lepidorbitoides 64
Leptaena 164
Leptocoelia 164
Leptoplostides 263,270
Leptosphinctes 229
Liebusella 65
Lima 187,196,197,198
Limnasa 210
Lingula 158,163
Lingulella 163,164
Lingulella displosa 165
Lingulina 63
Liosotella 164
Lithostrotionoides 125
Lithostrotionella 117,123
Litoceras 228
Lituola 55
Lituotuba 63
longa Tintinopsella 73
Longoconcha 214
Lophophyllidium 123
Loriolia 312
Loxonema 206
Lucina 195,196
Lucina potosina metrica 196
Lumbricus terrestris 149
lunata Cimatasyrinix 215
Lytoceras 230
Lytospira 204

M

Mackenzia costalis 115
Maclurites 204
Macraster 312
Macrocephalites 229
Macrocoelia 163
Mactra 190

Magnosia 312
Margaritifera 188
Marginella 215
Marginifera 164
Marginulina 64
mariae Radimella 275
Mariella 230
Marrella splendens 261
Martesia 191
martinii Discoaster 72
Mastogloea 15
maxwelli Astracodes 276
Mazapilites 19,229
Meandrospira 63
mecocerca Trichomyia 276
Megadesmus 193
Melania 206
Melanopsis 206
Meleagrinella 187
Mellita 312
Merichippus 24
Meristella 164
Mertensides bullatus 20
Mesocena elliptica 70
Mesoglauconia 213
Mesohippus 24
Mesomiltha 196
Metabelemnites philipii 234
Metherella 204
Mexicaspis 263,264
mexicana Conusphaera 69
mexicana Felixastraea 124
mexicana Parathyridina 164
mexicana Philosepedon 276
mexicana Salenia 313
mexicana Wanneria 267
mexicanus Bactrites 222
mexicanus Dentalium 177
mexicanus Heteraster 312
mexicanus Somphocrinus 310

Mexicella 265
micelini Stylosmilia 124
Micromitra 163
Microschiza 213
microsphaera Hexalonche 60
Miliola 65
Millepora 111
milleri Paracymatoceras 221
Millericrinus polyclonus 310
Millkoninkioceras 220
minus clavaformis Neohibolites 234
minus obtusus Neohibolites 234
minus pinguis Neohibolites 234
minore Rioceras 221
Mionelater planatus 276
mirificum Lamprosterigma 310
Mitrella 215
Modiola 196
Modiolopsis 188
Modiomorpha 188
Modiolus 185
Monotis 195
Montastrea 124,125
Montlivaltia 125
Moravammia 63
Morea 214
morelensis Orbitolina 58
Mucrospirifer 162
Muiwoodia 164
mulleriedi Peritrochia 229
Multicostella 163
multilirata Barretia 198
Murex 208,215
Myalina 186
Myoconcha 189
Myopholas 193
Myophorella 188,195,196
Myophorella bullatus 20
 sologureni 21
Myophoria 188,195

Mytilarca 186*Mytilus* 185, 195

N

Nacella 205*Nanicella* 63*Nanogyra* 196*Nassa* 208*Nassarius* 214*Nassarius californianus* 215*Nasus* 188*Natica* 207, 212, 213, 215*Nautilus* 215, 222, 232*Nautilus campbelli* 220*d'orbygnianus* 220*neohispanicus* 220*pompilus* 220*texanus* 220*Navarella* 64*Nebroditis* 229*Neocomites* 230*neohexagonum Dentalium* 178*Neohibolites* 233*Neohibolithes minimus pinguis* 234*minimus clavaformis* 234*minimus obtusus* 234*praeultimus* 234*neohispanicus Nautilus* 220*Neonesidea* 274*Neopilina* 174*Neospirifer* 162*Neotanygastrella* 276*Neozaphrentis* 123*Nerinea* 212, 213, 214*Nerinella* 213*Neumarya* 229*Neurograptus* 328*nevadensis Ajacicyathus* 104*Nisusia* 163*nitida Profidia* 276, 278*Nodosaria* 63*Nonion* 64*norvegica Hugmilleria* 272*Nucula* 184, 197, 198*Nuculana* 195, 196

O

oaxacaense Rioceras 221*Obliquata* 188*oblonga Calpionellopsis* 73*Obolella* 163*Obolus* 158, 163*oceani Harpagodes* 212*Oelandoceras* 219*officinalis Spongia* 91*Olcostephanus* 230*Olenellus* 263, 267*Olenellus truemani* 267*Oliva* 209*Olivella* 214, 215*Omphalotrochus* 211*Onchocephalus* 263, 267*ophiodes cihuacoatlæ Vermiceras* 228*Ophiura* 311*Opis* 195*Oppelia* 229*Orbiculoidea* 164*Orbitoides* 64*Orbitolina* 64*Orbitolina morelensis* 58*Orbulina* 65*Ormoceras* 222*Orthambonites* 163*Orthechioceras* 228*Orthograptus* 328*Orthonychia* 211*Orytoderma* 63*Ostrea istmica* 199

otomitli Hoplites 230

Otostoma 205,213

Ottoia 149

Oxynotyceras 228

Oxytropidoceras 227

P

Pachyaspis 268

Pachydiscus 231

Pachyphyllum 117

Paedeumias 263,267

Palaeacmaea 174

Palaeocardia 186

Palaeolima 187,194

Palaeoneilo 184,195

Paleodictyon strozzi 22

Paleopantopos 273

palmeri Voltzia 236

Pandora 193 .

Parabolinella 270

Paracymatoceras milleri 221

Parafusulina antimonioensis 55

Parahoplites 230

Parakioceras 219

Parallelodon 195,196

Parancyloceras 226

Paranesidea 275

Parapachydiscus 231

Parascoceras 219

Parastrenoceras 228,229

Parathuramina 63

Parathyridina mexicana 164

Parehmania 269

Parengonoceras 230

Parspaniocrinus beinerti 310

Patella 205

Patelloida 205

Paterina 158

paternus Phlebatomus 276

Pecten 168,187,197

Pedina 306

Pegmatreta 163

Peltoceras 229

Penitella 191

Pennatula 114

Penniretepora 139

Pentameroceras 219

Pentamerus 161

Periscelis annectans 276

Perisphinctes 229

Peritrochia mullerriedi 227

perlongum Fustiaria 177

Perna 185

Peroniceras 231

Perrinites 225,227

Perrinites hilli 227

Phaneroptyxis anguillina 19

Pharaonella 190

Pharetrosporgia 92,93,95

philipii Metabelemnites 234

Philosepedon labecula 276

mexicana 276

Phlebatomus paternus 276

Pholadomya 193,195,196,197

Pholadomya fidicula 196

Pholas 191

Phragmoceras 219

Phragmoteuthis 235

Phylloceras 226,229

Phyllomyza hurdi 276

Phymosoma 306,312

Physalia 111

Pinctada 186

Pinna 185,196,197

Placophyllia chihuahensis 124

Placunopsis 196

Plagiostoma 187

Plagiotychus 197

Planaria 35

planatus Mionelater 276
Planisphinctes 229
Planospira 205
Platasterias 301
Platyceras 205
Platystrophia 161
playagrandensis Cadulus 177
Plesechioceras 228
Plesiastrea sulcatilamellosa 124
Plesiodiadema indicum 308
Pleurograptus 331
Pleuromya 193, 196
Pleurotoma 209
Pleurotomaria 204, 211
Plexioptyxis 213
Plicatolinella 270
Plicatula 187, 197
Pliohippus 24
poblana Procyatophora 124
Pododesmus 198
Polinices 215
Pollycipes 275
polyclonus Millericrinus 310
polyphemus Xiphosura 271
Polyphylloseris conophora 124
Polytholosa cylindrica 93
pompilus Nautilus 220
Posidonia 187
potosiensis Ptychochaetetes 95
potosina metrica Lucina 196
potosina Septaliphoria 164, 165
Praebarretia 197
Praecardium 184
Praeorbulina glomerosa 59
praeultimus Neohibolites 234
Prasopora 135
primaevus Heterotermes 14
Prioniodus 16
Proclydonautilus triadicus 220
Procyathophora aguilerai 124, 125

poblana 124
Productus 162
Profidia nitida 276, 278
Prolecanites 226
Pronepos exilis 273
Propago debilis 273
Protocardia 193, 196
Protodipleurosoma 111
Protopharetra 104
Provedoria 262, 265, 268
Pseudocidaris 311
Pseudofusulina chiapasensis 55
Pseudogastriceras haacki 227
Pseudolepidina 65
Pseudolissoceras 229
Pseudomaura 214
Pseudorotalia 65
Psychoda uncitata 276
Ptarmigania 263, 268
Pterotrigonia 188
Ptychochaetetes potosiensis 95
Ptychomya 190, 196
Ptygmatis 213
Pugnellus 214
pulchra Heterohelix 58
Pulleniatina 65
punctatus Camarocystites 294
punctatus Glyphonyx 277, 278
Punctospirifer 164
Pupa 210
Purpuroidea 212
Purpuroidea acatlana 212
Pyrasmus valeriae 214

Q

Quadrimedusina 112
Queraltina 65
Quinqueloculina 56

R

Radimella mariae 275
Radiolites 192, 197
Rafinesquina 162
Rafinesquina trentonensis 164
rectilamellosa Thamnasteria 124
Rectobulimina 64
reesidei Uhligella 230
Remondia 190
Requienia 192
Resserella 164
Rhabdopleura 327
Rhaxella sorbyana 93, 94
Rhenothyra 63
Rhombella 204
Rhombopora 139
Rhynchonella arellanoi 164
Rhynchopora 164
Rhynchotreta 164
rimosum Dentalium 177
rimouski Ajacicyathus 104
Rioceras minore 221
Rioceras oaxacaense 221
Rostellaria 207
Rotalipora brotzeni 58
rothi Stacheoceras 227
rubra Euchlora 35
rubrum Corallium 114
Rugosochonetes 164

S

Saccammia 63
Saccamminopsis 63
sagittiformis Amiskwia 39, 149
Salenia 306, 311
Salenia mexicana 313
sapiens Homo 8
Saukia 270, 331

Sauvagesia 192, 197
Scaphites 222, 230
Schizammia 63
Schloenbachia 230
Schloenbachia bravoensis 231
Scitulum Dictyonema 329, 330
Scobinella 215
Scutella 312
Semitextularia 63
Septaliphoria potosina 164, 165
Serpula 147
Serpula cretacea 148
Serpula filiformis 148
shastensis Actinastrea 124
Shuguria 63
Shumadia 270
Sidneyia 261
Siliquaria 206
Sillithyris subsella 164, 165
Simplorbitolina 64
Sinuatella 164, 165
Sirenites 228
smithi Trichomyia 276
Solecortus 190, 198
Solenia 114
sologureni Myophorella 21
Sombrerella 263
Somphocrinus mexicanus 310
Sonoraspis 268, 269
Sonoraspis gomezi 269
torresi 268
sorbyana Rhaxella 93, 94
Sphenodon 4
Spirifer 162
Spiriferella 164
Spiroloculina 64
Spiropora 137
Spirorbis 147
Spiticeras 230
splendens Marrela 261

Spongia officinalis 91
Spongilla 93
spriggi Dickinsonia 110
Stacheoceras rothi 227
Stantonella 214
Staurograptus 327
Staurograptus dichotomus 329,330
Stenosemellopsis hispanica 72
Stephanoceras 228,229
Stereocidaris 306
Steueroceras 230
Stolodendrum 328
Stomechinus 311
Straparollus 211
strebia Anadara 198
Streptolasma 117
Streptorhynchus 164
Strioterebrum 215
Strombus 207,215
Strophonema 162
Strotocephalus 268
strozzi Paleodictyon 22
Stylaster 112
Stylina vauhani 124,125
Stylosmilia michelini 124
Subbotina 64
Subdichotomiceras 229
submarginata Cidaris 312
subsella Sillithyris 164,165
Substeueroceras 229
succiniferus Agriotes 276
sulcatilamellosa Plesiastrea 124
suttonensis Tecosmilia 124
Synastrea 18,125
Syringocnema 104

T

Taenia 35
Tagelus 190

Tallograptus 331
Tampsia 197
Tampsia floriformis 198
Tancredia 190,196
Tapes 191,196
Tecosmilia delicatula 124
 suttonensis 124
tehuantepec Apiocrinus 310
Teinostoma 215
Tellina 190,198
Tellinides 190
Telmatoscopus hurdi 276
tenuisepta Actinastrea 124
Teredo 191
terrestris Lumbricus 149
Tetradium 119
Tetragramma 312
Tetragraptus 328
Tetrataxis 64
Textularia 63
texanus Nautilus 220
Thamnasteria M'coyi 124
 crespoi 124,125
 decipiens 124
 felixi 124
 lamouronxii 124
 rectilamellosa 124
Tholosina 62
Thyrastylon 197
Timanites 225
Timorites 227
Tintinnopsella longa 73
Titanosarcolites 192,197
torresi Sonoraspis 268
Toucasia 192
Tournayella 63
Trachyceras 226
Trachynerita 205,212
Traskites 228
trentonensis Rafinesquina 164

Tresus 190
triadicus Prochydonautilus 220
Triarthrus 270
Triasina 64
Trichomis glomerosa 276
Trichomyia declivivena 276
 discalis 276
 mecocerca 276
 smithi 276
Trigonia 188, 195
Triloculina 56
trinidadensis Globorotalia 59
Triploporella 15
Trochocistites 292
truemani Olenellus 267
Tscherdyncevella 63
Tuberitina 63
Tubidendrum 327
Turbonella 215
Turrites 226
Turritella 206, 213, 214, 215
Tylostoma 207, 213
Tylostoma *aguilerai* 213

U

Uddenoceras 226
Uhligella reesidei 230
Umbellina 63
uncitata Psychoda 216
Unicardium 195, 196
Unio 188
Uralinella 63
Umatella 36

V

Vaccinites 192
valeriae Pyrazus 214
Valsella 195

variabilis Latiastrea 124
vaughani Styliina 124, 125
Vaugonia 188
Vaugonia kobayashii 195
Venericardia 189, 198
Ventriculites 91
Venus 191
Vermetus 206
Vermiceras 228
Vermiceras ophiodes cihuacoatl 228
Vicarya 214, 215
Villebrunaster 301
Vinella 137
Virgatosphinctes 229
Virgus 188
viridis Hydra 111
Voluta 209
Voltzia palmeri 236

W

Waagenoceras 225, 227
Wanneria 263
Wanneria mexicana 267
Warthia 211
Wellerella 164
whitneyi Ethmophyllum 104

X

Xenotheka 63
Xenusion 260
Xiphosura polyphemus 271
Xylofaga 191

Y

Yaadia 188
yavorskii Archaeocyathus 104
Yoldia 184

Z

Zacanthoides 267*Zacanthoides holopygus* 268*zebra Gymnentome* 214*Zetoceras* 226*Zigzagiceras* 229