

MICROPALAEONTOLOGÍA

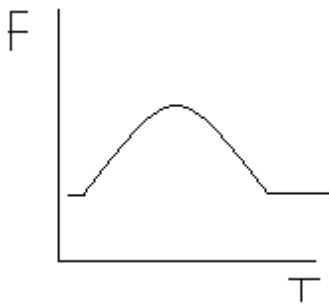
ÍNDICE

- MICROPALAEONTOLOGÍA, DEFINICIÓN E HISTORIA (3-5)
- TOMA DE MUESTRAS Y PREPARACIONES EN EL LABORATORIO (6-8)
- LOS REINOS DE LA VIDA (*MONERA, PROTISTA, CARACTERES GENERALES Y CLASIFICACIÓN*) (9-13)
- CONODONTOS, *DESCRIPCIÓN Y TAXONOMÍA* (14-21)
- FORAMINÍFEROS, *DESCRIPCIÓN Y TAXONOMÍA* (22-41)
- OSTRÁCODOS, *GENERALIDADES* (42-44)

La **micropaleontología** es una parte de la paleontología que se ocupa del estudio de los restos orgánicos de pequeño tamaño (microscópicos) que se encuentran conservados en gran abundancia en los sedimentos.

Su estudio requiere el empleo de instrumentos ópticos complejos (microscopio, lupa binocular etc.)

La mayoría de los fósiles no superan los pocos mm. Sin embargo existen excepciones como los Numulites que son protistas que abarcan tamaños desde los pocos mm a los 10 cm o también las orbitolinas que pueden llegar al centímetro, pero lo normal es que la mayoría de los organismos estudiados en micropaleontología se encuentren bajo una curva de tamaños (campana de Gauss) generalizada.



Aunque no son pequeños estos grupos se introducen o estudian dentro de la micropaleontología porque contienen una serie de rasgos comunes (caracteres protistas) con las formas que realmente son microscópicas.

Se necesita pues el uso de materiales como la lupa o el microscopio desde las primeras etapas de estudio y no solo en ciertas etapas como en los macrofósiles.

Los microfósiles se encuentran ampliamente distribuidos en todos los reinos (morena, protista, vegetal, animal).

Se trata pues de organismos muy heterogéneos y de organismos muy importantes desde el punto de vista teórico y práctico.

Micropaleontología vs paleontología/macropaleontología

No existen diferencias fundamentales entre las dos puesto que **el fin de ambas es el mismo, buscan el conocimiento de la vida en el pasado formando entre las dos un conjunto.**

Tampoco existen diferencias en el método, puesto que los criterios utilizados para el estudio de los microfósiles es el mismo que el de los macrofósiles, siendo esencialmente de carácter sistemático, paleoecológico, paleobiográfico, paleoestratigráfico además de una forma aplicada y todo esto englobado bajo la teoría de la evolución.

La sistemática es una parte muy importante que permite conocer la diversidad y dar cuenta de ella.

La micropaleontología como término y su historia

Fue en **1883 FORD** el primero en utilizar el nombre, antes de esto en **1854 EHREMBERG** mediante su obra de microgeología habla de elementos geológicos de pequeño tamaño orgánicos o no.

Es sin embargo muy difícil de precisar el nacimiento de la micropaleontología, existe una fecha desde la cual puede en cierto modo ubicarse y es en el **S. XVII** con el descubrimiento del microscopio por **VAN LEEUWENHOEK**.

Ya desde el **S. V A.C** se percataron de la existencia de los **numulites**, esto no es un algo sorprendente ya que son muy abundantes en el terciario inferior en plataformas marinas someras carbonatadas en zonas como Asia y Europa (Grecia y Roma), se atribuían a Lentejas convertidas en roca.

Sin embargo no estaban preparados para percatarse de ser piezas de organismos ya muertos.

Fueron pues los numulites los únicos microfósiles que se conocieron durante mucho tiempo.

Más adelante del descubrimiento del microscopio se habla de los **foraminíferos** explicados por **LINNEO**.

A principios del **S. XIX** aparecen nombres importantes en micropaleontología como **D'ORBIGNY**, discípulo de **CUVIER**, siendo un uniformista (las causas que producen fenómenos en el pasado son las mismas causas que los producen en el presente, es contrario el gradualismo, que se puede definir como que los cambios que se producen son debidos a grandes catástrofes que extinguen a las faunas y esas faunas son sustituidas por otras que vienen de otras zonas).Cometió algunos errores como la comparación de los foraminíferos con los cefalópodos.

Otro autor importante es **BRADY** en el **S XIX** donde tiene lugar la primera gran expedición oceanográfica (**CHALLENGER=DESAFÍO**) la cual permitió dragar gran cantidad de sedimentos de los fondos oceánicos permitiendo un gran estudio de los organismos fósiles y un aumento de los conocimientos de la micropaleontología.

Se descubren en ese mismo siglo otros microfósiles como los **conodontos**.

PANDER Y GORERT describen por primera vez el polen fósil.

En **1874** se estudian los primeros microfósiles procedentes de un sondeo que hacen progresar la micropaleontología práctica ligada con la utilización del petróleo, ya que ciertos grupos de microfósiles permiten una gran correlación estratigráfica.

DSDP (Deep Sea Drilling Project) y sucesores en **1965** una perforación que representó una aportación muy sustancial al campo de la micropaleontología.

Actualmente se siguen realizando proyectos similares.

Fuentes de Información Micropaleontológica.

TEXTOS

MOORE, es un conjunto de volúmenes de paleontología de invertebrados que recoge la parte sistemática de los conocimientos de los distintos grupos de organismos fósiles. Se comenzó a publicar en 1950 y actualmente siguen publicándose volúmenes. (40–50Vol) muchos están siendo reeditados y es un gran tratado de paleontología.

BRASIER, MOLINA etc.

REVISTAS

MICROPALEONTOLOGY. N.YORK

JOURNAL OF MICROPALEONTOLOGY, BLACKPOL

REVISTA ESPAÑOLA DE MICROPALEONTOLOGÍA.

CATÁLOGOS

ELLIS Y MESSINA. FORAMINIFEROS

Las **diferencias entre los catálogos y los textos** es que en los textos o tratados el límite de categoría taxonómica mas bajo es el género, mientras que en los catálogos van mas allá del carácter genérico publicando especies que se descubren o hablando del nivel especie.

PUBLICACIÓN DE CARÁCTER SINGULAR

SYLVESTER–BRADLEY, P. Y OTROS (1973) A STEREOATLAS OF OSTRACOD SHELLS.

Resultó ser demasiado caro hacer unas fotografías tan buenas y costosas por lo que el atlas dejó de publicarse sobre el año 2000. Se caracteriza por poseer descripciones sistemáticas muy cortas y acompañadas por ilustraciones de alta calidad.

PREPARACIÓN DE LOS MICROFÓSILES EN EL LABORATORIO

La recolección de los microfósiles se diferencia bastante de la de los macrofósiles.

En micropaleontología se recogen muchas muestras y no ejemplares ya que se encuentran dispuestos en las rocas y a veces no se puede saber con certeza si va a haber ejemplares (la lupa binocular puede ayudar).

Pueden existir macrofósiles en micropaleontología como los macroforaminíferos pero aun así hay que llevar un trozo de muestra y no solo el fósil en cuestión. Esto es debido a que ese fósil solo representa una fase del organismo y sus otras fases pueden estar presentes en la roca en la que se encuentra de manera microscópica.

Los foraminíferos poseen dimorfismo generacional, por lo que si solo cogemos un morfo desconoceremos partes fundamentales de sus formas de vida.

Debido a todo esto se plantean una **serie de problemas**, como pueden ser la **cantidad de muestra necesaria**

para un estudio micropaleontológico y el **número de veces** que es necesaria la toma de muestras.

Todo esto depende.

Depende de los estudios a realizar ya que no se necesita la misma cantidad de muestras para conocer algo sobre los foraminíferos que para conocer una cuestión en una determinada especie de estos en la que además el número de ejemplares es muy limitado.

Sin embargo hay una serie de cantidad general por así decirlo para algunos grupos, en los cuales las cantidades serían suficientes:

Caso de los foraminíferos

200/300 g aun así depende del estudio. Eso es como norma general

Ya que existen foraminíferos muy abundantes y otros muy poco abundantes (*Rotalia Beccari*) por lo que la cantidad depende del estudio

Caso de los ostrácodos

No hay mucha diferencia, así que se coge una cantidad parecida a los foraminíferos, sin embargo son algo menos abundantes por lo que se puede necesitar algo mas de muestra.

Caso del Polen/Esporas

20/25 g es mas o menos adecuado.

Caso Nanoplancton calcáreo

Puede ser extremadamente abundante en sedimentos de carácter distal, un ejemplo es la creta una caliza extremadamente fina que aparece en muchos lugares del Cretácico/Terciario y formada en un 90/95% de cocolitos así que puede ser suficiente con solo **1/2 g** de muestra.

Caso de los Conodontos

Mucha cantidad de muestra, mayor que la de los demás, ya que son bastante escasos así que **1/2 kg aunque a veces se llegan a necesitar de 4/5 kg.**

Los tipos de muestreo

Así como la cantidad dependiendo del estudio se realiza uno u otro tipo de muestreo, se diferencian dos **PUNTUAL** y **EN CANAL**.

El puntual ofrece muestreos de una zona muy puntual, mientras que el muestreo en canal ofrece un tramo bastante complejo que puede contener diferentes muestras, así dependiendo de las necesidades se utiliza uno u otro. Cabe destacar que es mas fácil o cómodo volver a realizar un muestreo puntual que uno en canal ya que solo hay que ir a un punto.

Precauciones a tener en cuenta en los muestreos

- Conviene ser cuidadoso extremadamente con la situación de la muestra y la zona en la que se recogen los microfósiles ya que si se necesita una nueva extracción facilita mucho la labor saber el punto

exacto.

- Hay que evitar la posible contaminación de las muestras metiendo cada una de ellas en bolsas de plástico separadas.
- El martillo puede llegar a ser un foco de contagio ya que puede contener muestras fósiles distintas de otras zonas o puntos de extracción.

Preparación de las muestras en el laboratorio

Se desintegran las rocas para aislar los fósiles y se hacen láminas delgadas de los mismos para su mejor estudio, dependiendo de los tipos de fósiles se utiliza uno u otro método.

–Macroforaminíferos– (características internas) son especialmente buenos para lámina delgada.

–Ostrácodos/foraminíferos– se basa su estudio en características externas, debemos aislar el microfósil de la roca que lo contenía y no sirve hacer lámina delgada ya que no ofrece nada para su identificación.

Técnicas de lámina delgada

Muy útiles para estudiar foraminíferos como alveolinas, fusulínidos etc. Es fácil de extender pero se necesitan unas determinadas secciones que sirven como característica diagnóstica del mismo. Las secciones son transversales y longitudinales.

Los requerimientos de la sección dependen del tipo de problema y grado de precisión al que se quiera llegar. Cuanto mas expeditivo es el método, mejor.

Hay que tener en cuenta que cuanto menos daño se le haga al fósil durante su extracción mejor (especialmente las químicas). También difieren los métodos dependiendo del grado de consolidación de la muestra (muy consolidada, poco o nada consolidada)

Primero se seca la roca con una temperatura de **50–60 °C**.

Se puede meter en agua oxigenada para rocas poco consolidadas al 15 % (cuanto menor mejor) hervir con sosa o bicarbonato sódico (2–3 horas).

Semiconsolidadas hervirla o utilizar la técnica del tiosulfato sódico que actúa como hielo y desmenuza la roca.

También el queroseno o la gasolina, se filtra este bien y se añade agua muy caliente.

Tratamientos con ácidos HF para muy consolidados si son carbonatas o Fluorhídrico si es detrítica (ataca a la sílice, respeta la pirita, convierte la calcita en fluorita).

Los más utilizados son el acético y el fórmico para atacar las calizas y extraer fósiles fosfatados como conodontos.

Más tarde cuando ya se tiene desgregado se pasa por diferentes tamices (0.5mm, 0.3mm, 0.177mm etc) se busca la homogeneidad en tamaños ya que favorece su enfoque en el microscopio o lupa.

Una vez limpios se pueden meter en celdillas para su estudio.

Hay que tener mucho cuidado en su manejo ya que solo con la electricidad estática que desprendemos podemos hacer que los microfósiles se caigan o se pierdan.

LOS REINOS DE LA VIDA

MONERA, PROTISTA, CARACTERES GENERALES Y CLASIFICACIÓN

Gran cantidad de microfósiles son unicelulares, poseen membrana celular, citoplasma, núcleo y orgánulos (núcleo reproductivos). La célula tiene mecanismos de locomoción como:

- flagelos (proyección alargada)
- cilios (menores que los flagelos)
- pseudópodos (proyección del citoplasma)

El núcleo con división vegetativa o sexual de la célula..

Otros orgánulos que pueden aparecer son los cloroplastos o cromoplastos que contienen clorofila o pigmentos similares para el proceso de fotosíntesis (vegetales). Has dos estrategias por las que se alimentan.

- HETEROTROFÍA El organismo captura y consume materia orgánica viva o muerta.
- AUTOTROFÍA El organismo sintetiza materia orgánica a partir de materia inorgánica utilizando la luz solar y en presencia de pigmentos fotosintéticos.
- MIXOTRÓFICOS Algunos organismos celulares tienen estrategias mixtas.

La reproducción puede tener también dos estrategias, sexual y asexual. En muchos organismos microscópicos existen las dos estrategias reproductivas, además, según las condiciones del medio pueden adoptar a lo largo de su ciclo vital una forma u otra, es decir van alternando. Esto da como resultado un dimorfismo sexual debido a una alternancia de generaciones.

Una misma especie puede reproducirse de las dos maneras y esto da lugar a dos morfologías distintas (dimorfos).

CLASIFICACIÓN DE LOS REINOS DE LA VIDA

Todos los individuos pertenecen a unidades aisladas naturalmente denominadas especies. Una **especie** es un conjunto de individuos o poblaciones libremente interfecundas y que tienen un nicho ecológico común.

Incluso estos organismos inferiores que carecen de reproducción sexual se clasifican taxonómicamente en especies según criterios morfológicos y ecológicos.

La especie es una unidad funcional y las restantes categorías taxonómicas son no naturales.

Las categorías taxonómicas son:

REINO–FILO–CLASE–ORDEN–FAMILIA–TRIBU–GENERO Y ESPECIE.

A veces en taxonomía de vegetales en vez de filo se utiliza el término división.

Actualmente existen **cinco reinos** (monera, protista, fungi, plantas y animales).

REINO MONERA

Son organismos unicelulares, las células carecen de un verdadero núcleo, poseen vacuolas y otros orgánulos.

Son los mas primitivos, son procariotas, reproducción sexual desconocida. Se dividen en **cyanophyta o aglas azules** y en **schizomycophyta o bacterias**.

El resto de organismos son eucariotas es decir tienen verdadero núcleo, vacuolas y orgánulos, capaces de reproducirse sexualmente.

REINO PROTISTA

Son organismos móviles, unicelulares, algunos como los dinoflagelados poseen flagelos para la locomoción y pigmentos fotosintéticos, se parecen a las plantas superiores y probablemente sean sus antepasados.

Existen varios filos, cabe destacar el **filo sarcodina** que incluye los foraminíferos y radiolarios (poseen pseudópodos con funciones alimenticias) y el **filo ciliphora** en el que se encuentran los tintínidos y calcionelas (con cilios además de una boca llena de tentáculos). Estos protistas heterótrofos se denominan PROTOZOOS en cambio los que tienen alimentación autótrofa se denominan PROTOFITAS. También es debido a su mayor afinidad a los animales (zoos) o a las plantas (fitas).

REINO FUNGI

Los hongos son heterótrofos y como no son muy abundantes en micropaleontología y además no tienen mucho interés no vamos a estudiarlos.

REINO ANIMAL

Son organismos pluricelulares, invertebrados y vertebrados, que comen materia orgánica preformada y dentro del reino animal hay organismos microscópicos (ostrácodos, conodontos, animales mayores, espículas de esponjas, escamas y dientes de peces etc). No todos los microfósiles se pueden incluir en el esquema jerárquico ya que en todos no se saben el filo y se denominan GRUPO.

REINO MONERA, DIVISIÓN Y PRINCIPALES ORGANISMOS

Son numerosos los organismos constructores de rocas como resultado de su actividad vital. Uno de estos casos lo constituyen las estructuras sedimentarias debidas a la acción de las cianobacterias tanto cocoides como filamentosas.

Las cianoficesas se denominan coloquialmente algas verdiazules debidas a la presencia de un pigmento fotosintético (ficocianina).

Son pequeñas células (2 micras) que tienen organización procariota y que junto con las bacterias constituyen el reino monera.

Las filamentosas tienen formas alargadas de una sustancia mucilagenosa que las rodea completamente, las cocoides son redondas.

Cuando las condiciones del medio son favorables estas células segregan un mucílago notable hasta que llega a formar un tapiz en medios acuosos (tapiz microbiano o microbialmat), estos tapices recubren ampliamente los sedimentos.

Estas cianobacterias están involucradas en la construcción de estructuras biosedimentarias denominadas ESTROMATOLITOS, TROMBOLITOS, TRAVERTINOS etc.

Estas estructuras se utilizan como indicadores zonales en el **PRECÁMBRICO** y llegan a la actualidad.

Constituyen a la sedimentación carbonatada en áreas marinas poco profundas.

–**ESTROMATOLITOS** Son estructuras sedimentarias biolaminadas cuyo origen está en relación con la actividad microbiana. La estructura laminar procede del crecimiento rítmico de cianobacterias, este crecimiento origina una alternancia de láminas claras y oscuras. En cuanto al tamaño puede ser de pocos mm a 80 m. Además poseen variadas morfologías (estratiformes, planares, columnares rectas, columnares, esféricos o redondeados denominados oncolitos etc).

En todos los casos el crecimiento del estromatolito es debido a la actividad de las cianobacterias que forman un tapiz en el fondo marino donde se produce la incorporación de partículas detríticas finas y posteriormente se produce la precipitación orgánica de CaCO_3 inducido por la fotosíntesis.

Su morfología externa que se ve se conoce como megaestructura.

Los estromatolitos se clasifican como parataxones, no se puede saber la especie, se clasifican con la morfología. Siendo la clasificación genérica en base a la morfología de la megaestructura y al nivel específico, también se tiene en cuenta su morfología interna, tamaño de los cristales etc. Estos organismos colonizan ambientes diversos, en los medios marinos existen en varias zonas independientemente de la batimetría y son muy tolerantes con las condiciones del medio.

En el continental se dan en medios fluidales, lacustres, ambientes hipersalinos, medios desérticos e incluso fuentes hidrotermales.

Los **ONCOLITOS**, indican medios de alta Energía.

Los **TROMBOLITOS** externamente son iguales a los estromatolitos pero carecen de laminación interna, poseen interiormente una textura en grumos dentro de una pasta micrítica, se deben a bacterias cocoides.

Otro tipo de construcciones son los travertinos que se desarrollan en aguas supersaturadas de CaCO_3 generalmente dulces donde las bacterias filamentosas y cocoides son incrustadas por CaCO_3 de precipitación inorgánica (por bacterias).

La historia de las cianofíceas es prácticamente la historia de la vida ya que fueron los primeros organismos en surgir desde el precámbrico a la actualidad, el precámbrico se le conoce como la edad de las algas verdiazules.

Se utilizan con éxito en las correlaciones y dataciones del PRECÁMBRICO, son abundantes y variados hasta el Cambr. Medio y a partir de ahí declinan en variabilidad hasta la actualidad debido a la aparición de los invertebrados y el surgimiento y desarrollo de otros organismos mas especializados en la precipitación calcarea.

PROTOZOOS, DIVISIÓN Y PRINCIPALES ORGANISMOS

Son protistas heterótrofos y móviles (unicelulares) la célula ya ha desarrollado orgánulos con funciones definidas (locomotoras, sensoriales, esqueléticas etc) son mas desarrollados llegando a conseguir una gran variedad pero nunca a igualar a los invertebrados.

Interesa subrayar que muchos protozoos presentan un caparazón de composición y naturaleza variada que determina que estos grupos tengan una importancia considerable en el registro fósil además si poseen un caparazón pueden llegar a fosilizar y permitir mejor su estudio.

Son microscópicos en general de micras a mm. Aunque algunos llegan a alcanzar varios cm de tamaño, el hábitat es muy variado (agua dulce, salada etc). Y en el medio marino están adaptados a todo tipos de ambientes.

Su clasificación se realiza en base a la naturaleza de sus apéndices locomotores, solo vamos a estudiar los fósiles (existen muchos filos) se reconoce **el filo sarcodina y el filo ciliophora**.

Dentro de los sarcodino veremos la clase RIZÓPODOS (ANEBAS Y FORAMINÍFEROS) y la clase ACTIRÓPODOS (RADIOLARIOS). En el filo ciliophora estudiaremos los TINTÍNIDOS y las CALCIONELAS.

Los rizópodos presentan un caparazón de naturaleza variable y abundante representación fósil.

Los actirópodos son generalmente protozoos con una simetría radial que presentan pseudópodos filiformes (filópodos) de gran longitud, a veces bifurcados y que llegan a formar delicadas mallas, estos filópodos pueden presentar un eje central rígido (Axópodos).

La mayoría posee esqueleto de sílice y dentro del grupo se encuentran los radiolarios. Los cilióforos son grandes y provistos de cilios vibrátiles al menos durante una parte de su vida. Dentro del grupo tenemos un conjunto reducido de formas (orden tintínida) con el caparazón de naturaleza orgánica, pero sobre todo un conjunto de formas probablemente incluidas dentro del orden que son las calcionelas.

RADIOLARIOS

Dos de las características mas importantes del grupo son la existencia de pseudópodos de tipos filópodos o también axópodos.

Por otra la división del citoplasma en dos partes ENDOPLASMA y ECTOPLASMA separadas por una membrana de naturaleza orgánica (membrana capsular) dentro del endoplasma se sitúa el núcleo (control funciones del organismo) y el ectoplasma está formado por una masa espumosa con numerosas vacuolas que se denomina CALIMA situado en la parte externa del organismo y cuya misión se supone destinada a controlar la flotabilidad (regulador hidrostático) .

Se reproducen asexualmente la mayor parte de ellos poseen esqueleto, el esqueleto de los radiolarios es silíceo constituido por dos tipos de elementos (barras y espinas).

Estos elementos se asocian en empaquetamientos mas o menos densos para formar distintos tipos de pared.

La clasificación se hace por la naturaleza de la membrana capsular que no se puede estudiar en los fósiles.

Por lo tanto paleontológicamente la clasificación es en función de la morfología del esqueleto.

Basándose en su morfología y composición se reconocen actualmente unos pocos órdenes dentro de los radiolarios.

Los órdenes principales son los **ESPUMELARIOS Y NASELARIOS**.

Los **espumelarios** tienen esqueletos esféricos o discoidales, en general constituidos por varias conchas concéntricas que llevan espinas y se soportan por medio de barras. Puede haber de 2 a 3 esferas dentro, unas unidas a otras con prolongaciones espinosas.

Los **naserarios** tienen una gran espina apical excepto en el centro espicular, forma acampanada provista de

una abertura a partir de la espina apical. Hay una serie de cámaras o constricciones, cuyo mas complejo posee las siguientes cámaras:

–CEFALIX (cámara uno).

–TORAX.

–ABDOMEN (se sitúa la abertura).

Alrededor de la abertura pueden existir terminaciones espinosas.

La distribución estratigráfica de los primeros es **PALEOZOICO–ACTUALIDAD**, en cambio los segundos se sitúan desde el **MESOZOICO–ACTUALIDAD**.

PALEOECOLOGÍA

Los radiolarios son exclusivamente marinos y viven en todos los océanos y se trata de organismos planctónicos.

Tienen **interés cronoestratigráfico** a partir del **MESOZOICO** pero los radiolarios juegan un papel muy importante en el ciclo de la sílice en los océanos y pueden llegar a acumularse en el fondo en gran número que puede llegar a construir una fracción importante de los sedimentos.

Los fangos de radiolarios que tienen un 30% de sílice de origen biológico en su mayor parte la sílice procede de los caparazones de los radiolarios y forman rocas como las radiolaritas.

La sílice es soluble en agua de mar y para que se forme un barro, posteriormente roca, de radiolarios depende del grado de saturación del agua (sobresaturada en sílice) que puede provenir de otros organismos o de la disolución de silicatos inorgánicos.

TINTÍNIDOS Y CALPIONELAS (ORDENES DEL SUBFILO CILIOPHORA)

Se caracterizan por poseer cilios o pestañas vibrátiles durante alguna parte del ciclo vital, se distinguen las clases PROTOCILIATA y EUCILIATA. Se diferencian porque los primeros presentan cilios uniformes por todo el cuerpo y tienen uno o mas núcleos sin diferenciar (paramecios).

Los Euciliados no poseen cilios uniformemente repartidos sino que se concentran en determinadas partes.

Pertenecen a estos últimos los ordenes TINTÍNIDOS Y **CALPIONELAS** . Los tintínidos poseen un esqueleto de naturaleza orgánica cónico o cilíndrico y alargado (forma de campana) con un micronúcleo con una cavidad bucal bien desarrollada de cilios, el esqueleto se llama lóriga.

Las **Calpionelas** se han relacionado con los tintínidos por ser parecidos en el esqueleto y forma, aunque su esqueleto es de carbonato cálcico Tienen forma diversa (botella, campana etc) con una abertura.

Van desde el **JURÁSICO SUP–CRETÁCICO INF.**

Los tintínidos constituyen una fracción importante del plancton marino actual, se trata de organismos planctónicos, casi cosmopolitas.

CONODONTOS

Caracteres generales

Los conodontos son micropiezas (0,25–2mm) con aspecto de piezas denticuladas de naturaleza fosfatada que pertenecen a un grupo de cordados marinos extinguidos.

En 1896 se publica la primera monografía sobre el grupo (del ruso PANDER) y es donde por primera vez se describen y nombran conodontos.

Asigna a cada uno de estos elementos un nombre específico en nomenclatura binaria, los interpreta como dientes de peces primitivos y los interpreta como especies separadas (esto no es del todo cierto ya que actualmente se conoce que siendo distintos pertenecen a un aparato masticatorio de una misma especie, es decir, pueden ser piezas pertenecientes a un mismo espécimen).

Los conodontos abarcan unos 330 M.A y se extienden desde el **CAMBRICO SUP.–TRIÁSICO** con un interés aplicado.

Tienen habitats diversos, tuvieron una repartición prácticamente mundial y una gran parte de especies tienen una rápida evolución esto permite utilizar a los conodontos como geocronómetros o indicadores cronoestratigráficos muy fieles, además su composición nos permite su utilización como paleotermómetros.

Composición, morfología y estructuras

Están compuestos por **fosfato cálcico** del grupo del **apatito** y **materia orgánica**.

Hasta los años 50 no se establece su composición química, saberlo nos permite extraerlos de rocas carbonatadas mediante ataque químico (ácido acético o fórmico con concentración menor al 15%)

Su morfología es variada, se distinguen 3 tipos:

SIMPLES O CONTINENTALES

COMPUESTOS O RAMIFORMES

PECTINIFORMES O DE PLATAFORMA.

FORMAS SIMPLES O CONTINENTALES

Tienen la forma de un cono curvado, con una porción afilada llamada cúspide y una porción ensanchada llamada base. Dentro de la base existe una cavidad mas o menos amplia que se llama cavidad basal, el **lado aboral** es el lado de la cavidad basal y el **lado oral** es la zona de la cúspide. Para orientar el conodonto hay que buscar la cavidad basal (zona aboral)

El **lado posterior** se determina observando hacia donde apunta la cúspide (derecha o izq.) el opuesto es el **lado anterior**.

FORMAS COMPUESTAS O RAMIFORMES

Se caracterizan por poseer varios dentidios a parte del cúspide, estos dentidios se desarrollan anterior, posterior o lateralmente al cúspide o las tres cosas a la vez.

Las extensiones denticuladas se denominan láminas. Las partes denticuladas de la láminas se denominan carenas. En la parte aboral no existen dentículos.

En esta parte existen unas zonas sobresalientes que se denominan quillas.

Las cavidades basales pueden ser muy grandes o muy pequeñas y también se denominan como fósulas.

Las láminas pueden ser anteriores, posteriores y laterales, se determinan a partir de la cúspide, la quilla puede ser también anterior o posterior.

Las láminas suelen estar curvadas y permiten determinar la **zona exterior** y la **interior**, el lado convexo es el lado externo.

FORMAS PECTINIFORMES O DE PLATAFORMA

Se caracterizan por poseer estructuras esqueléticas mas o menos perpendiculares a las láminas que se denominan plataformas.

Las láminas pueden sobresalir mas allá de los márgenes de la plataforma, esta lámina que no está rodeada por la plataforma, se denomina lámina libre, la otra lámina es la lámina fija.

Una de las láminas suele ser mas larga que la otra o dispone de dentículos especiales mas diferenciados.

(La zona donde se encuentra la cavidad basal se consiera la lámina anterior)

Externamente los distintos tipos de conodontos pueden presentar macro o microelementos ornamentales diversos (nódulos, carenas, etc).

ESTRUCTURA INTERNA DE LOS CONODONTOS

Los conodontos están formados por lamelas de crecimiento que tienen una disposición concéntrica. Se superponen enteramente una a otras salvo en la base del elemento de manera que en esta base queda delimitada una cavidad que se denomina cavidad basal en cuyo interior se puede observar los bordes de las lamelas.

Cada una de estas lamelas están formadas por una lamina de apatito y materia orgánica.

Las lamelas pueden estar separadas por espacios interlamelares o huecos y cada una de ellas envuelve o rodea a las que se encuentran previamente formadas alrededor de un punto que se denomina centro de crecimiento. El centro de crecimiento se situa en el ápice de la cavidad basal.

La acrección lamelar es centrífuga (desde dentro hacia afuera), la última lamela es la mas externa.

El crecimiento de los conodontos es radial y anisométrico. Los conodontos tienen la peculiaridad de que en los primeros estadios de crecimiento poseen una morfología igual todas las especies, a medida que el portador de conodontos crece van a variar la morfología de los conodontos.

Un conodonto evolucionado, completo y bien preservado consta en realidad de dos partes (**CORONA** y **CUERPO BASAL**).

El cuerpo basal es una estructura adherida a la cara inferior de una corona que consta de lamelas concéntricas semejante a la de esta y que tiene una composición similar.

En realidad la pieza a la que nos referimos al describir la morfología es la que veíamos la cavidad basal, se trata de coronas de conodontos, no de conodontos completos.

Es posible que la pieza represente la unión con los tejidos blandos con el organismo portador de conodontos y que no estaban unidos directamente por la cavidad basal.

A veces en conodontos con grandes cavidades basales aparece en forma de cono y con cavidad pequeña es una placa que raramente se conserva, de tal manera que vamos a observar las coronas de los elementos conodontales.

El hecho de que no se conserven parece ser debido a un mayor contenido en materia orgánica y por lo tanto mas facilmente destruible durante la diagénesis y también al existir una superficie de discontinuidad entre ambas determina que estas piezas estén separadas (algunos jsi las tienen no se puede ver la cavidad basal ni las quillas porque se encuentran tapados por la placa)

Si estudiamos la estructura y modo de crecimiento de los conodontos se nos presentan tres tipos de elementos:

PROTOCONODONTOS (CÁMBRICO-ORDOVÍCIDO)

PARACONODONTOS (CÁMBRICO-ORDOVÍCIDO)

EUCOCONODONTOS (CÁMBRICO SUP.-TRIÁSICO)

Los proto y paraconodontos son los mas primitivos, tienen morfología coniformes y cavidades basales muy amplias, alto contenido en materia orgánica, escasas lamelas de crecimiento y las lamelas se añaden hacia adentro (acreción lamelar centrípeta o hacia adentro) y carecen de cuerpo basal.

Los euconodontos son conodontos mas avanzados y evolucionados del cámbrico superior al trias, constan de corona y cuerpo basal y en las coronas tienen un modo de crecimiento distinto, vamos a estudiar generalmente euconodontos por se los mas avanzados e importantes.

En los dentículos a veces se pierde la estructura lamelar por una recristalización y se forma una materia opaca que hacen que el conodonto (originalmente transparente) se vuelva de color blanco en vida del animal.

MULTIELEMENTOS

La mayor parte de los conodontos, debido a las técnicas utilizadas para su extracción son conocidos como elementos separados, es por ello que durante mucho tiempo se empleó para su clasificación una parataxonomía, sin embargo, a partir de 1950 y actualmente los conodontos forman parte de un aparato integrado por elementos de morfología diferente que posiblemente tuvo una función masticadora y que pudieron evidenciar en un principio a través del descubrimiento de estas asociaciones naturales de elementos sobre capas planas y mas tarde con reconstrucción estadística .

En las asociaciones:

Se presentan los conodontos por pares (en su mayoría) cada uno constituye la imagen especular del otro conodontos izquierdos y derechos que se disponen según el plano de simetría bilateral que contiene elementos morfológicamente diferentes que ocupan diferentes posiciones P-M-S

- P Es posterior, está ocupada por elementos de plataforma o por elementos ramiformes especializados.
- M Medio, está ocupado por elementos cúspide ramiformes o coniformes.
- S Ocupada por elementos ramiformes o coniformes entre los cuales hay muchas similitudes.

Se supone que los elementos M y S estaban situados en posiciones mas anteriores y su misión era atrapar y desgarrar mientras que los P trituraban o desgarraban.

Los elementos de un aparato conodontal tienen una evolución morfológica y devirificación desigual.

En principio los elementos P son los que tienen una evolución más rápida, mientras que los elementos M y S evolucionan muy lentamente y estos últimos pueden presentar en especies diferentes (P PARA IDENTIFICAR ESPECIES).

Los M y S sirven para establecer relaciones de parentesco, familiares o superfamiliares.

El aparato más completo es el que presenta los tres tipos de elementos (M, P y S).

Existen sobre todo en el cámbrico y ordovício aparatos con una configuración diferente y así los aparatos se dividen en :

- UNIMENBRADOS
- MULTIMENBRADOS

Todo esto según el número de tipos de elementos conodontales morfológicamente diferentes que presentan.

Los primeros tienen todos los elementos iguales que forma el aparato en cambio los multimembrados son todos diferentes, dividiéndose a su vez en bimenbrados, trimembrados, septimembrados etc etc.

Las fuentes para reconstruir aparatos son asociaciones naturales que se encuentran sobre capas planas (conjunto de elementos) que aparecen en la naturaleza.

Basándose en el diseño de las asociaciones y de colecciones numerosas de elementos se realizaron síntesis empíricas, es decir, que muchos los realizan por métodos estadísticos la reconstrucción de los aparatos.

ELEMENTO M (FORMA) Y P SIEMPRE IZQ.

AFINIDADES BIOLÓGICAS

El organismo portador de conodontos y la función de los conodontos han sido objeto de muchas discusiones y no hay una certeza absoluta de que representan.

Ya sabemos que los conodontos representan (cada uno) elementos separados o disgregados de conjuntos naturales (asociaciones) y en general se supone que el organismo portador de las micropiezas debió de estar mayoritariamente por tejidos blandos (simetría bilateral) en los aparatos hay elementos izquierdos y derechos (simetría bilateral) pares de elementos cada uno es la imagen especular del otro.

El hábitat de los conodontos es marino por el tipo de rocas en los que aparecen.

Desde su descubrimiento las hipótesis para determinar su naturaleza se han centrado en invertebrados o vertebrados (peces).

Invertebrados, espinas de peces, piezas mandibulares de anélidos etc.

Parecidos a los aparatos de los conodontos.

Hay un hecho diferencial importante (que suelen tener naturaleza quitinosa los primeros, en cambio los conodontos son de naturaleza fosfatada, eso es un gran hecho diferencial).

En el caso de los vertebrados coincide la composición química (fosfato) pero ya veíamos que el crecimiento

dental era inverso.

Hace algunos años, en el Carbonífero de Edimburgo, en Escocia. Un conjunto de individuos con impresión de las partes blandas y que llevan aparatos conodontales ya conocidos in situ dan lugar a que se piense que los organismos de esas impresiones sean conodontos (organismo portador de conodontos, ya que reciben el mismo nombre).

Se observa una estructura lineal, que va en dirección anteroposterior con morfología venmiforme, una aleta posterior y una aleta caudal, dos estructuras lobulosas en lo que se interpreta como cabeza, detrás de las cuales hay aparatos conodontales in situ (sin rotura) y una serie de estructuras en forma de V. Esta morfología, la existencia de aletas (natatorias activas) espinas y estructura lineal en dirección anteroposterior interpretada como un notocordio así como la existencia de segmentos inducen a comparar los conodontos con cordados primitivos.

FILO CORADATA. Por la presencia de un notocordio.

Los conodontos (piezas) serían los dientes de estos organismos que se utilizaban como función alimenticia. La discusión sobre la ausencia de desgaste en los conodontos, suponen que estaban protegidos por unas bolsas de tejido en cuyo interior se situaban cuando estaban inactivos y se regeneraban y salía de la bolsa para captar y comer las piezas.

CLASIFICACIÓN (PÁG. SIGUIENTE)

PALEOECOLOGÍA

Aunque muchas especies de conodontos son cosmopolitas, algunas de ellas tienen una distribución geográfica mas restringida.

Para deducir la paleoecología de los conodontos al desconocer su posición en un ecosistema nosotros estudiamos los organismos con los que se presentan asociados y el tipo de rocas en los que aparecen.

Los conodontos aparecen siempre con organismos marinos, son muy abundantes en facies de calizas con cefalópodos y restos de peces, menos abundantes en calizas bien estratificadas con crinoideos y braquiópodos, muy escasos en calizas arrecifales o calizas con fusulinas (foraminíferos) por lo que se pensó que eran organismos pelágicos.

Sin embargo, los conodontos debieron de ser organismos nectónicos (nadadores) que aunque mas abundantes en medios pelágicos existieron también en medios próximos a la costa. Se observa una corta influencia de las facies en la distribución de estos organismos hay una diferencia entre la biofacies de medios próximos a la costa de las biofacies de medios alejados de la costa. La mayoría de las especies endémicas estarían confinadas en medios litorales mientras que las cosmopolitas son propias de biofacies mas distales. Ej: Devónico cordillera cantábrica y en todo el dominio iberoarmonicano (occidental Francia y cordillera cantábrica e ibérica) se caracterizan por faunas de conodontos dominadas por el género ICRIODUS que se encontraba en medios proximales en determinados momentos se pueden encontrar relacionada con ascensos eustáticos con formas del género POLYGNATHUS que constituyen las poblaciones dominantes para la misma época en medios distales como sucede por ejemplo en el dominio palentino de la cordillera cantábrica.

La distribución de conodontos están controladas por movimientos eustáticos, corrientes oceánicas y cuando los medios se hacen mas profundos aparecen las especies cosmopolitas.

Conclusiones A pesar de que la mayor parte de conodontos tienen un carácter cosmopolita hay restricciones debido a las facies, y son mas abundantes en medios alejados de la costa.

Otro rasgo importante que controla la distribución de los conodontos es la T° del agua.

Los conodontos son mas abundantes en latitudes tropicales o subtropicales.

Inexistentes en arrecifes.

HISTORIA EVOLUTIVA DE LOS CONODONTOS

El Acontecimiento mas importante en la evolución de los conodontos tuvo lugar en el Cámbrico superior y al inicio del Ordovícico, evolutivamente se extinguen los proto y paraconodontos y surgen los euconodontos (reemplazando los hábitat de los anteriores) estos últimos experimentaron una fuerte radiación adaptativa originando una gran diversidad faunística que se adapta a muchos medios. Esta diversidad fue decreciendo a finales del Ordovícico y en el Silúrico.

En el Devónico y Carbonífero inferior se produce otra diversificación de las faunas con una pequeña extinción hacia la mitad del carbonífero y una nueva diversidad en el Carbonífero superior, existen también un declive general en el Pérmico, una nueva especiación en el Trias inferior y a partir de ahí el grupo va declinando gradualmente hasta su extinción total a finales del Trias.

Por lo tanto han tenido periodos de especiación y declive gradual hasta su extinción.

Parece que estos aspectos evolutivos estaban controlados por la T° del agua de los océanos, variaciones eustáticas y algunas extinciones coincidieron con eventos anóxicos.

Los proto y paraconodontos tuvieron una distribución prácticamente mundial y toleraban un rango muy amplio de ambientes.

A partir del Cámbrico sup. Hay diferencias en la distribución de conodontos que no son debidas a factores ecológicos ya que existen también diferencias, hay poblaciones que no son imputables a los factores ecológicos (debido a fenómenos de provincialismo, relacionadas con la tectónica de placas).

El provincialismo de conodontos se remonta al Cámbrico sup. Donde ya había una diferenciación inicial en faunas de bajas latitudes y por lo tanto de aguas templadas (Región faunística del midcontinent) y faunas de altas latitudes y agua fría (Región faunística atlántica).

Cuantitativamente dominan las faunas de aguas templadas.

Durante el Ordovícico Inferior se acentúa el provincialismo y se distinguen varias regiones o provincias cerca del límite Ordo.-Silú. Se produce un cambio global al igual que sucedió con otros grupos fósiles, fue debido probablemente al enfriamiento del agua en la zona tropical coincidió con una glaciación (GLACIACIÓN HIRNANTIENESE), esto determinó la desaparición de todos los taxones de la región atlántica y sobrevivieron algunas formas de la región del Midcontinent. Por lo tanto todos los antepasados de las formas de conodontos del Silúrico al triásico proceden de esta región faunística.

Durante el Silúrico eran cosmopolitas en el Devónico inf. Hay un nuevo provincialismo, el Dev. Sup. parece que solo existieron conodontos en las regiones tropicales.

El carbonífero fue bastante cosmopolita y vuelve a haber provincialismo en el Triásico.

APLICACIONES PRÁCTICAS DE LOS CONODONTOS

Los conodontos se consideran actualmente como el grupo de fósiles guía mas eficaces del Paleozoico y

triásico.

Aún teniendo en cuenta los conocimientos faciales y provincialismo, muchos géneros y especies son cosmopolitas, poseen evolución rápida y se distribuyen completamente en todos los ambientes sedimentarios marinos por lo tanto la **aplicación principal del grupo** es la resolución de problemas cronoestratigráficos y de correlación.

Se distinguen las zonas por las primeras apariciones, se ha establecido una biozonación del PALEOZOICO y TRIÁSICO muy finas de unas 160–170 biozonas en total que permiten datar muy precisamente las capas donde se encuentra esta zonación.

Aunque en ciertas épocas son importantes otros fósiles como datación (GRAPTOLITOS importantes ORD. Y SILÚRICO)

- Cambr. Sup CONODONTOS.
- ORD. Y SILÚRICO GRAPTOLITOS.
- DEVÓNICO CONODONTOS.
- CARBO. INF CONODONTOS.
- CARBO. SUP CORDADOS Y OTROS GRUPOS.
- PÉRMICO FORAMINÍFEROS.
- TRIAS CONODONTOS Y FORAMINÍFEROS.

Han sido escogidos formalmente para indicar límites Cámbricos y Ordovícicos, los límites entre los pisos del Devónico excepto la base (que son graptolitos los que la datan) y algunos límites intraCarboníferos y Triásicos.

Otras aplicaciones de los graptolitos (diferentes colores) es la resolución de problemas geológicos en el uso de los campos de color que presentan y su relación con el gradiente geotérmico.

Los cambios de color son debidos a su presencia de materia orgánica que al variar T° varía de coloración (carbonización) por lo tanto indican rangos de temperatura y lo que eso conlleva (indicaciones de presión, metamorfismo etc).

Los conodontos presentan diferentes coloraciones (amarillos, naranjas, marrones, negros, grises, blancos y transparentes).

El último estadio de color (mayor temperatura) es el blanco, a cada color se le asigna un intervalo térmico o índice de CAI. Ej. Negro (190–300°C) e índice de CAI 6–7.

Al aumentar la T° no solo cambia la materia orgánica sino que el apatito (otro componente de los conodontos) cambia de textura.

Los conodontos son por esto muy utilizados en prospecciones para encontrar hidrocarburos, como útiles para mapas térmicos.

En exploración de yacimientos minerales son también utilizables, indican el metamorfismo que permite el establecimiento de zonas metamórficas hasta 600–700°, gradientes de T° de la cuenca etc.

En definitiva, nos sirve para el establecimiento de la evolución térmica y estructural de una cuenca y es muy útil en geología económica.

FORAMINÍFEROS

CARACTERES GENERALES

Son un **Orden** de protozoos que viven tanto en los fondos marinos como formando parte del plancton, poseen una masa protoplasmática protegida por un caparazón de naturaleza variable (orgánica, calcárea, aglutinante). La concha consta de una o de varias cámaras, pudiendo estar interconectadas o no.

Hay siempre un orificio principal denominada **apertura/abertura** cuya misión es la de comunicar al exterior para diferentes funciones (alimentación, reproducción etc). En las formas con numerosas cámaras también presentan aberturas o forámenes.

El protoplasma está dividido en endoplasma y ectoplasma, situándose el caparazón entre ambos.

Los foraminíferos pueden moverse por extensiones temporales de la pared o pseudópodos, poseen dos tipos de pseudópodos, granoreticulados y anastomosados, los granoreticulados son rígidos, su misión es la de desplazamiento.

Los foraminíferos bentónicos pueden vivir de forma sésil (anclados) o vágiles (libres), suelen vivir en simbiosis con ciertas algas y su dieta principal son algas unicelulares, protozoos, bacterias etc.

Ellos a su vez constituyen el alimento de gasterópodos, crustáceos, etc.

La reproducción es asexual pero en algunos casos se produce una alternancia de generaciones que indica una fase de reproducción sexual, esto da lugar a un **dimorfismo generacional** y plantea problemas a la hora de la sistemática.

La cámara inicial de los foraminíferos es el **prolóculo** que puede llegar a ser muy complejo. Pueden existir dos tipos de formas:

–De gran tamaño y prolóculo pequeño. **MICROESFERAS O FORMAS B**

–Tamaño pequeño y prolóculo grande. **MACROESFERAS O FORMAS A**

Las diferencias entre ellas son el tipo de reproducción. Cuando en determinadas condiciones ambientales se reproducen sexualmente surgen las formas de tipo B, pero si encima después se reproducen asexualmente son otra vez diferentes a sus antepasados y también diferentes a otros organismos de la misma especie que se hayan reproducido asexualmente por lo tanto existen gran dimorfismo.

El tamaño de los foraminíferos oscila entre 0.3–2 mm, algunos pueden alcanzar varios centímetros e informalmente son llamados macroforaminíferos.

El grupo posee gran importancia, existiendo unas 100.000 especies actualmente distribuidas en 2000 géneros en los que la mayoría son fósiles.

Abundan mucho en medios marinos sobre todo a partir del **CRETÁCICO Y TERCIARIO**. Son fácilmente extraíbles de las rocas y aparecen en algunas rocas en cantidades apreciables.

Los foraminíferos calcáreos se suelen estudiar en lámina delgada y frecuentemente en margas y/o materiales poco consolidados, con un simple lavado y tamizado son fáciles de extraer.

Es fácilmente reconocible a nivel genérico ya que suelen presentar rasgos evolutivos diagnósticos.

SON MUY BUENOS FÓSILES GUÍA MESOZOICO–CENOZOICO .

El caparazón aglutinante se forma a partir de partículas del medio y un cemento segregado por el organismo. Los calcáreos son los más abundantes, la composición y estructura del caparazón es el criterio en el que se basa la subdivisión en subórdenes

A partir del Cretácico se adaptan a la vida planctónica y se distribuyen por todos los mares alcanzando una difusión extraordinaria.

FORMA, NÚMERO Y DISTRIBUCIÓN DE LAS CÁMARAS

En la morfología externa primero vamos a distinguir entre caparazones **uniloculares** llamados también **unicamerales/monotalámicos** etc. De caparazones **multiloculares/multicamerales/politalámicos** etc.

Las formas son desde muy simples a muy complejas, los monotalámicos son relativamente simples existiendo en todos los casos un orificio/boca/abertura por el cual la cámara se comunica con el exterior.

La orientación se produce con la abertura hacia arriba distinguiéndose una parte proximal de una distal (sin la apertura). Tienen diferentes morfologías (globosos, tubiformes, ramificados, planiespiralados etc).

Los politalámicos tienen una variación de forma mucho mayor y se pueden reconocer varias disposiciones de cámaras.

Los caparazones uniseriados formados por varias cámaras y dispuestos unas a continuación de otras siguiendo un eje recto o curvo.

Hay que conocer la longitud (perpendicular a la anchura), espesor (mínima longitud, perpendicular al eje de simetría) y anchura.

Caparazones biseriados, las cámaras se disponen de dos en dos alternativamente a ambos lados del eje.

Caparazones trocoespirales el eje de crecimiento es una espira helicoidal, son caparazones asimétricos donde se distinguen dos caras, una donde se ve el paso de la espira (cara espiral) y otra cara, umbilical, donde se ven las últimas capas y en cuyo centro hay una depresión con el nombre de ombligo. Externamente pueden ser planoconvexos, biconvexos etc.

Caparazones planiespiralados en ellos el eje de crecimiento es espiralado, pero la espiral está contenida en un plano (plano de simetría).

El eje de enrollamiento es perpendicular al eje de crecimiento y externamente pueden ser lenticulares, fusiformes, esféricos, así como involutos o evolutos.

Disposición de las cámaras

Caparazones cíclicos o ciclostegos con cámaras dispuestas concéntricamente en un plano.

Caparazones agatistégos o hiliolinos con cámaras que se forman en 1, 3 o 5 planos.

- Según 1 plano = BILOCULINA .
- Según 3 planos= TRILOCULINA.
- Según 5 planos= AGATISTEGA.

Caparazones con disposición compleja, con dos tipos de cámaras cámaras ecuatoriales con disposición cíclica y cámaras laterales a ambos lados de las ecuatoriales.

Disposiciones mixtas primero poseen una disposición de las cámaras y después durante el crecimiento varía .
Ej: TRISERIADA A BISERIADA.

ABERTURAS DEL CAPARAZÓN

El protoplasma sale al exterior por él, es muy importante en la sistemática del grupo, tanto su forma como su posición.

(POSICIÓN) Tipos de aberturas:

- PRIMARIAS, mas importante y puede estar constituida por un orificio único (SIMPLES) formas variadas.
- MÚLTIPLES, varios orificios (colador, ojal etc)

(POSICIÓN)

- PRIMARIAS, en aquellas terminales o subterminales, aparecen en la última cámara, pueden ser a su vez basal o interior y marginal. La basal en la base de la última cámara y la terminal o areal está en la terminación de la última cámara pero en diferente posición que la basal. A veces estas aberturas primarias pueden llegar hasta el ombligo o incluso abrirse en el ombligo, si se abre en el ombligo se llama **umbilical**. Si se sitúa entre el ombligo y la periferia se llama **umbilical extraumbilical**. En algunos caparazones puede alcanzar el lado espiral en cuyo caso se denomina **abertura espiral**.

En general vamos a usar basal, terminal, umbilical (las otras son mas raras).

Además de las primeras puede haber otras aberturas secundarias cohesionando con las primeras o sustituyéndolas, que según su posición pueden ser **areales** si se sitúan en las cámaras suturales a lo largo de la línea de sutura y **umbilicales** , si se sitúan alrededor del ombligo.

Finalmente existen **accesorias** que no se abren directamente en la cámara sino que lo hacen a traves de las placas (placas aberturales) que son peculiares (características de los planctónicos).

Existen también a veces una serie de estructuras relacionadas con la abertura que son modificaciones externas, como la abertura puede estar en la prolongación de la cámara como un cuello, puede tener una prolongación en forma de tubo.

En una placa especial puede estar una estructura superpuesta muy clavada (**crematóforo**) que es típico de un grupo de foraminíferos.

Las cámaras varían en la ontogenia y también la abertura.

Por ejemplo de basalsimpleterminalmúltiplederivada.

OTROS RASGOS MORFOLÓGICOS

El caparazón consta de un número variable de cámaras que se desarrollan a partir de una cámara inicial (**prolóculo**) después se desarrollan las cámaras que están delimitadas entre sí por septos que se ven en el exterior como suturas septales.

Interiormente pueden a su vez estar divididas por septos secundarios, cada cámara en camarillas y estas a su vez por otro sistema de septos en celdillas .

Cada vez se van subdividiendo. Todas las cámaras comunicadas entre sí por aberturas, con frecuencia puede haber estructuras interiores reforzantes (**pilares y trabéculas**)

El prolóculo a veces es muy sencillo pero otras está constituido por una serie de cámaras formando el denominado **aparato embrionario**. Al conjunto de cámaras que siguen al prolóculo se denominan **cámaras postembrionarias**.

A veces los tabiques de ciertos caparazones pueden ser muy espesos y pueden estar atravesados por un sistema de canales o alveolos (**PARED ALVEOLAR O LABERÍNTICA**).

Finalmente hay que distinguir entre foraminíferos con pared perforada o con imperforada, se trata de perforaciones muy finas de poros que se manifiestan externamente en forma de pequeños puntos sobre la superficie del caparazón (solamente un suborden de foraminíferos son perforados)

La superficie externa del caparazón puede llevar diferentes detalles ornamentales como gránulos, espinas, estrías, carenas etc.

COMPOSICIÓN DEL CAPARAZÓN

Es la base para la clasificación de los foraminíferos en órdenes, hay tres tipos de composición.

–ORGÁNICA

–AGLUTINANTE

–CALCÁREA

Los caparazones quitinoides son los mas simples y son cubiertas no rígidas de material proteínico que constituye una especie de membrana, son los más simples y de los que derivan todos los demás.

Los otros tipos van a conservar siempre un lecho orgánico. Las formas fosilizadas son escasas dentro del grupo y son también escasas las representaciones fósiles.

Los foraminíferos que tienen **el caparazón orgánico** constituyen el **SUBORDEN ALOGROMINOS**.

Los **caparazones aglutinantes** están constituidos por material exógeno de naturaleza variable que el organismo toma del medio (por medio de pseudópodos) y lo aglutina con cemento segregado por el propio organismo. Hay toda una progresión entre algunos con escaso material sobre la membrana orgánica hasta otros con pared mas desarrollada.

Algunos aglutinantes tienen unas perforaciones gruesas o alveolos ciegos en superficie que es una variante de la pared o muralla aglutinante (pared laberíntica). Los foraminíferos con este caparazón pertenecen a el **SUBORDEN TEXTURALINOS**.

Los otros tipos de caparazones son calcáreos, lo tienen la mayor parte de los foraminíferos y en el que tienen una mayor variedad de estructuras.

De acuerdo a como se presente el CaCO_3 vamos a diferenciar 3 tipos de calcáreos.

- **MICROGRANULARES**, son espesos, resultan de la yuxtaposición de gránulos de calcita con dimensiones relativamente uniformes que pueden estar desordenados (pared microgranular) con gránulos de calcita desordenados (textura microgranular) o gránulos de calcita ordenados (eje C o

perpendicular a la pared) . La textura fibrosa (gránulos ordenados) la pared puede tener varias capas dentro de este tipo se encuentra **SUBORDEN FUSULÍNIDOS**.

- **PORCELANÁCEOS**, sustancia opaca que presenta color ámbar al microscopio con luz translúcida y blanco lechoso con reflejada. En realidad la pared está constituida por tres capas, una mas interna y otra mas externa constituida por finas agujas de calcita bien ordenadas y perpendiculares a la pared. Hay una capa intermedia mas espesa constituida por cristales de calcita sin orientación preferente. Los foraminíferos con este tipo de pared se incluyen en el **SUBORDEN MILIOLINOS**.
- **HALINOS**, normalmente transparentes aunque a veces esta característica puede quedar enmascarada, hay caparazones muy espesos. Estos foraminíferos tienen la pared formada por cristales de CaCO_3 sin orientación o bien orientados (eje c perpendicular a la pared). Esto da dos variedades de formas, una son granular sin orientación y radial con orientación. La pared de estos organismos puede ser pluriestratificada (varias capas). La característica mas importante del grupo es la presencia de poros que la atraviesan por completo y tienen una comunicación con el exterior. Los foraminíferos con esta pared se incluyen dentro del **SUBORDEN ROTALINOS** y típicamente perforados, los otros grupos carecen de poros. La naturaleza del orden en subordenes se basa en la naturaleza de la pared.

CRONOESTRATIGRAFÍA DE LOS GRUPOS

ALLOGROMINOS CAMB–ACT. Más básicos, de este grupo derivan los demás.

TEXTURALINOS CAMB–ACT. Destacan los **orbitolinos**.

FUSULINIDOS ORDOV.–TRIAS. Importante la **superfamily Fusulinacea**.

MILIOLINIDOS CARBO.–ACT. Destacan **miliolínidos** y **alveolínidos**.

ROOTALINOS Creta–ACT. Son los mas abundantes, probablemente el suborden mas numeroso e importante. Dentro de ellos se incluyen varios grupos muy importantes **numulitidos**, **superfamilia globigenirina** y **orbitoidacea**.

SUBORDEN ALLOGROMINOS

Comprenden muy pocas formas cuya característica mas importante es su caparazón de naturaleza orgánica. Los fósiles son escasos. El grupo se distribuye desde el CAMB–ACT. Son muy simples (unicamerados) y hay formas marinas y de agua dulce.

SUBORDEN TEXTURALINOS

Con todos los foraminíferos con caparazón aglutinante que está constituido por un conjunto de partículas de materiales exógenos de naturaleza variable como granos de arena, minerales pesados, fragmentos de rocas, restos de micas etc. que están unidos por un cemento de naturaleza orgánica que se mineraliza por sílice, hierro o CaCO_3 .

Un hecho importante a mencionar dentro del grupo es la existencia en su pared de unas perforaciones gruesas que eran alveolos que se bifurcaban en la superficie y ciegos en el exterior que determinan otro tipo de estructura de la pared (pared simple) y a esta pared con estructura alveolar se la llama pared compleja que presenta un sistema de canales gruesos ciegos en superficie que en realidad tiene una

Capa a epidérmica sin perforar.

Capa subepidérmica donde se desarrollan los alveolos (con estructura alveolar)

Capa b

Finalmente el interior de la cámara (zona de cámara). Tiene estructuras reforzadas como pilares que dejan muy poco hueco para el organismo.

La disposición de las cámaras es planiespiralada.

Se clasifican en dos superfamilias AMMODISCACEA y LITUALACEA, la primera comprende todos los foraminíferos aglutinantes constituidos por una sola cámara o bien un prolóculo seguido de una segunda cámara dividida, muy poco interés cronoestratigráfico.

Los segundos son aglutinantes politalámicos (varias cámaras) dentro de esta superfamilia se reconocen varias familias de importancia desigual TEXTURALINOS, DICYCLÍNIDOS, LITUALIDOS, ORBITOLÍNIDOS.

FAMILIA TEXTURALINOS

Vida libre, el caparazón comienza planiespiralado en un estadio inicial, al cual sigue un estadio biseriado que puede terminar en uniseriado.

La abertura en posición basal o terminal y son simples o cribadas. Existen dos géneros representativos texturalina y bubulina (muy comprimida), apertura terminal. Importancia cronoestratigráfica escasa.

FAMILIA DICYCLÍNIDOS

Posee géneros con intereses cronoestratigráficos, comprenden un conjunto de géneros caracterizados por tener cámaras cíclicas, que pueden estar o no divididas interiormente con abertura múltiple terminal en posición periférica constituidos por materiales finos y aglutinantes de naturaleza calcárea. Existen:

–Formas discoidales, las cámaras pueden estar o no subdivididas internamente, la subfamilia cyclodininae (sin dividir) y dyciclininae (dividida en camarillas).

Subfamilia cyclodininae con el género cyclolina **Cenomanense (cretácico)** .

Subfamilia dyciclininae con el género dyciclina Cenomanense también

Los dos con gran interés cronoestratigráfico.

FAMILIA LITUALIDOS

Comprende un conjunto de géneros con/sin vida libre, otros fijos. El caparazón es planispiralado, puede pasar a un estado uniseriado de abertura simple o múltiple y son formas con estructura interna simple o compleja.

Género lituolido con pared simple, otro género cyclamnina con pared compleja, planispiralado con abertura basal en ranura y terminal múltiple, se caracteriza por una pared interna compleja.

ECOLOGÍA

Son todos bentónicos, comprende formas de vida libre/fija, estos últimos son abundantes.

En conjunto habitan en todo tipo de medios desde las regiones mas superficiales de los medios marinos hasta profundidades batiales y abisales. Toleran medios desde salobres a hipersalino.

En medios de plataforma en mares de salinidad normal de regiones templadas y cálidas los texturalinos constituyen una fracción reducida de las formas de foraminíferos, coexistiendo con foraminíferos calcáreos, los cuales dominan en estas condiciones, por el contrario, las formas aglutinantes son mucho mas abundantes en aguas frías y a grandes profundidades.

Esto es debido a que se disuelve en agua fría y no se conserva, la preponderancia de las formas aglutinantes sobre la calcárea a grandes profundidades puede explicarse si se tiene en cuenta que la fauna de estas regiones vive por debajo de nivel de condensación de carbonato cálcico.

El número de aglutinantes con respecto a los calcáreos es una medida de profundidad.

Si encontramos fauna aglutinante dominante indica o mares fríos o mucha profundidad. Poseen interés paleoecológico.

Las formas con pared compleja dominan en las regiones batiales y abisales en mares superficiales aglutinantes de pared simple hasta los 500 m.

FAMILIA ORBITOLÍNOS

Son un grupo relativamente reducido de macroforaminíferos bentónicos que pueden llegar a alcanzar mas de 6 cm. Se extienden desde el **CRET.INF-TERCIARIO**. Aunque el grueso de la familia es Cretácico al Eoceno llegan pocos géneros, típicamente presentan la forma cónica de sombrero chino aunque pueden variar de un cono relativamente alto hasta caparazones discoidales.

Utiliza la altura, diámetro y espesor para clasificar.

La abertura está en la base del cono, el ápice es la cara aboral, la base la oral. En el ápice se sitúa el aparato embrionario, a partir del cual se desarrollan sucesivas cámaras en disposición uniseriada rectilínea.

No es cíclica porque tendría que estar en el mismo plano, están en planos diferentes, son circulares.

Disposición de cámaras La anchura de las cámaras no es la misma en todo el diámetro del caparazón. A partir de un estado de crecimiento decrece desde la periferia a la región central.

En una sección horizontal cogeríamos una sola cámara, se ve que las cámaras están divididas interiormente y de modo característico según los distintos géneros. Cada cámara dividida por septos mayores que dividen cada cámara en camarillas.

Los septos mayores se extienden a lo largo de un cierto espacio, unos septos son continuos y rectos a partir del cierto espacio se doblan.

Además pueden estar unidos entre sí por medio de pilares, estas camarillas están subdivididas por septos menores en celdillas y estas divisiones solo aparecen en la región periférica.

De tal manera que en una cámara se pueden reconocer tres zonas MARGINAL, CENTRAL y RADIAL.

Marginal Ocupada por las celdillas y septos menores.

Central Dividida en dos partes, radial, donde los septos tienen un carácter continuo, y reticulada, donde los septos mayores se doblan y donde se produce el desarrollo de pilares.

En los distintos géneros de orbitolinas estas zonas están representadas de una manera característica.

Diagnóstico de géneros PROPORCIÓN DE LAS ZONAS.

Aparato Embrionario

Los orbitolínidos son foraminíferos dimorfos, el aparato embrionario de las formas microesféricas es mal conocido debido a su situación en el ápice del cono y que se meteoriza fácilmente.

Las formas macroesféricas pueden llegar a ser un aparato embrionario complicado constituido por un conjunto de cámaras que tienen disposición diversa entre otras disposiciones el aparato embrionario mas complejo está constituido por una protoconcha (primera cámara), una deuterconcha y dos anillos laterales periembrionarios.

La característica del aparato embrionario junto a las características de las zonas de las cámaras y en menor medida la morfología externa y el tamaño son caracteres diagnósticos.

Para reconocer los diferentes géneros se utiliza el aparato embrionario, las estructuras de las cámaras y el tamaño y morfología del caparazón.

Composición del caparazón

Son foraminíferos aglutinantes aunque en realidad su caparazón está constituido por dos capas, la externa delgada que está formada por cemento calcáreo y finos granos de cuarzo aglutinado en él, la capa interna formada por gránulos de calcita y materia orgánica.

La composición es carbonatada y son foraminíferos aglutinantes

Los géneros son orbitolina.

Se caracteriza porque el aparato embrionario está constituido por pd+ap (proto, deuter y dos anillos) muy alargado y con particiones.

A veces solo hay protoconcha y deuterconcha o deuterconcha y anillos.

La **familia** tiene una cronoestratigrafía **CRETÁCICO**.

Pero los diferentes géneros pueden variar.

GÉNERO PALORBITOLINA

Se caracteriza porque posee una cámara grande (proto y deuter sin dividir) y dos anillos periembrionales laterales.

Zona reticulada, zona radial y marginal (con escasas particiones) la zona central reticulada ocupa menor extensión que en las orbitolinas.

CRETÁCICO INF.

GÉNERO DIPTIOCONUS

CRETÁCICO-EOCENO uno de los pocos que llega al terciario, se caracteriza por un aparato embrionario con cámaras dispuestas en espiral con zona marginal bien desarrollada y prácticamente sin zona radial. La zona mayor es la central reticulada.

Este género suele tener caparazones de cierto tamaño.

GÉNERO IRAQUIA

Caparazones mm en espiral también el aparato embrionario, zona marginal con escasas particiones, una zona radial con septos gruesos de la misma extensión que la central reticulada. **CRETÁCICO**.

A veces no es necesario identificarlos (el tamaño puede dar la edad) los aparatos circulares pasan a alargados y de esféricos a lenticulares.

El número de particiones también va aumentar en esta línea.

Hay biozonaciones muy importantes en el Cretácico de orbitolinas

ECOLOGÍA

Dada su composición esencialmente calcárea, su ecología es diferente del resto de foraminíferos aglutinantes.

Los orbitolínidos vivieron en mares tropicales a subtropicales de profundidades reducidas, aparecen en zonas arrecifales asociados a depósitos biohéricos o biostrómicos, todas las formas adultas eran bentónicas.

SUBORDEN FUSULINIDOS

El término fusulina es el nombre genérico más antiguo del grupo del que deriva el nombre del suborden fusulinina. En este suborden se incluyen formas exclusivamente paleozoicas cuyo rasgo más distintivo es el carácter microgranular de su caparazón constituido por una o más capas de naturaleza diferente.

Aparecen en el **ORDOVÍCICO-PÉRMICO(extinción)** aunque el grupo no experimenta una diversificación hasta el PALEOZOICO SUP. el mayor número de géneros del suborden se registra en el carbonífero inferior a partir de ese momento el grupo entra en un cierto declive aunque hay una superfamilia no afectada por este declive general y finalmente se extinguen en el PÉRMICO.

CARACTERES GENERALES

La pared es el rasgo más distintivo del suborden, esta pared está formada por una o varias capas que se manifiestan por tonalidades oscuras y claras dependiendo del tamaño de grano de la calcita y del contenido en materia orgánica. El modelo más sencillo de pared está constituido por una sola capa de calcita microgranular, lo más común es que haya 2-3 o 4 capas e incluso los miembros más evolucionados del grupo presentan otro tipo de pared con gran complejidad que ya veremos. El modelo más sencillo es la pared de dos capas.

Capa muy fina externamente (**TECTUM**) de color oscuro y otra capa ancha y de color gris claro (**DIAFANOTECA**)

La disposición de las cámaras presenta modelos muy variados con los mismos tipos de los caracteres generales de los foraminíferos (uniloculares, biloculares, pluriloculares..)

Los tipos más frecuentes de caparazón son los pluriloculares (pueden ser enrollados o rectos, los rectos pueden ser uniseriados biseriados o combinaciones, así mismo los enrollados pueden ser planiespiralados, estreptoespirales=disposición agatistega, trocoespirales y plectogiroide=planiespiralado, pero el eje de giro cambia ligeramente de posición, pudiendo cambiar el eje a lo largo de la ontogenia).

DIVISIONES O PARTICIONES DEL CAPARAZÓN

La mayoría de los fusulínidos corresponden a caparazones con mas de una cámara, caparazones de una sola cámara existen solamente en las formas primitivas e incluso muchos autores dudan sobre su pertenencia al grupo y los interpretan como algas.

La división en cámaras se puede realizar por medio de particiones escasas e irregulares, unas mas ordenadas que otras, que no llegan a dividir el espacio en cámaras y aparecen unas pseudocámaras debido a la existencia de septos incipientes.

Finalmente se dan septos bien desarrollados que delimitan bien el espacio interior en cámaras.

En una de las superfamilias que vamos a ver (FUSULINACEA) los septos dejan de ser estructuras planas plegándose mas o menos internamente y originando interiormente una trama compleja. Poseen septos diferentes a los demás.

DEPÓSITOS INTERNOS

Muchos foraminíferos calcáreos tienen interiormente espaciamientos calcíticos previsiblemente para adquirir un mayor peso en el caparazón y que en el caso de los fusulínidos son los siguientes (restringidos a dos superfamilias)

Pueden ser proyecciones en forma de ganchos

Depósitos en las bases (basales)

En la superfamilia FUSULINACEA aparecen unos depósitos calcáreos simétricos que se denominan **CHOMATAS** pudiendo también existir a lo largo del eje de enrollamiento unos espaciamientos que se denominan rellenos axiales.

CLASIFICIACIÓN

Tres superfamilias –PARATHURAMMINACEA (NO VEREMOS)

–ENDOTHYRACEA (NO)

–FUSULINACEA

La primera comprende formas muy simples con caparazones uniloculares (de tubulares a esféricos) de algunos se duda su pertenencia a los foraminíferos (algas que carecen de divisiones internas)

Los segundos son foraminíferos con enrollamientos diversos con pared dividida en capas y con depósitos calcáreos de los que ya hemos visto (ganchos, rellenos en bases etc).

SUPERFAMILIA FUSULINACEA

Comprende un gran número de formas de evolución muy rápida restringida al **CARBONÍFERO–PÉRMICO** donde constituyen elementos importantísimos de datación. Se trata de formas que externamente son aparentemente sencillas pero que internamente adquieren una gran complejidad.

Fueron bentónicos, con caparazones pluriloculares con disposición planiespiralada.

La forma externa varía de lenticular a fusiforme.

Con la misma dimensión perpendicular al eje de enrollamiento (lenticular) y con la misma dimensión coincidiendo con el eje (fusiforme) existiendo formas medias entre los extremos (rasgo evolutivo).

El estudio del grupo se centra en las características de la pared y en su organización interna. Se hace preferentemente en láminas delgadas utilizando secciones axiales (aquellas que contienen al eje de enrollamiento). En menor medida las secciones ecuatoriales son las perpendiculares al eje de enrollamiento, también secciones en otras direcciones en el caso de ser necesario.

Los extremos del caparazón se denominan POLOS el organismo comienza con el prolóculo seguido por una serie de cámaras enrolladas en disposición planiespiral.

Las cámaras se extienden de polo a polo, las cuales se manifiestan exteriormente por una especie de estrías o surcos que corresponden a la parte exterior de los septos. La última cámara está provista de aperturas que establecen la comunicación del organismo con el exterior que suele ser perforaciones a modo de poros, las cámaras se comunican interiormente. El túnel es el orificio situado en la parte central de cada septo.

Muchos géneros poseen septos que en lugar de ser planos están ondulados e incluso fuertemente plegados, tales pliegues en sección axial originan una estructura interna bastante compleja dividiendo la cámara en camarillas irregulares. La intensidad de plegamiento de los septos y su disposición en el caparazón es un carácter utilizado en la diferenciación de los géneros.

En los fusulinaceos del CARBONÍFERO existe solamente un sistema de septos que se extiende de polo a polo, sin embargo, en los fusul. Del PÉRMICO la división interna puede llegar a complicarse fuertemente con la aparición de septos transversales o incluso de septos menores secundarios tanto longitudinales como transversales donde al conjunto se le ve una notable complejidad.

Otra estructura importante en sección axial es la presencia de CHOMATAS

Son depósitos calcíticos dispuestos en forma de dos elevaciones simétricas

A ambos lados del túnel que tienen morfología variable (acintados) En las formas PÉRMICAS al haber un sistema múltiple de septos hay también un sistema múltiple de chomatas que se denominan PARACHOMATAS.

El rasgo mas importante y característico del grupo es la estructura de la pared.

La pared básica de los fusulinaceos está formada por una capa fina de calcita muy rica en mat. Orgánica denominada TECTUM y una capa ancha de color gris tomada por calcita microgranular y que por ser mas clara ha sido denominada DIAFANOTECA.

Son las dos capas básicas.

Las presentan las formas mas primitivas del grupo.

Sobre esta pared básica van apareciendo adicciones o modificaciones de estas capas, en formas mas evolucionadas surgen depósitos secundarios (tectoria) aparecen primero sobre la parte externa y se denominan TECTORIUM externo, con esto, se da una pared de tres capas (PROFUSULINELLA) mas avanzados en el tiempo. Van apareciendo formas con una capa mas (4capas) (FUSULINELLA) progresivamente van desapareciendo los tectorium y la diafanoteca se ensancha considerablemente al mismo tiempo que sobre ella aparecen perforaciones o alveolos cada vez mas gruesos, este tipo de pared es la KERIOTECA O PARED DE TIPO TRITICITES, estos tipos de pared aparecen fundamentalmente en el CARBONÍFERO. La de tres y cuatro capas (familia FUSULINIDAE) la KEROTECA (SCHWAGERINIDAE) y un tipo de pared que

aparece exclusivamente en las formas PÉRMICAS donde la kerioteca tiende a reducirse y a formar unas prolongaciones que constituyen verdaderos septulos que progresivamente se van reduciendo hasta finalmente están formados por una capa muy delgada y oscura comparable con el tectum. Esto permite sin identificar las formas a bajos niveles dar una precisión cronoestratigráfica buena.

La clasificación en géneros de la familia se basa principalmente en la estructura de la pared, carácter al que siguen en importancia la morfología del caparazón, presencia/ausencia de chomata o parachomata, intensidad y plegamiento de los septos y presencia o ausencia de septos secundarios.

CLASIFICACIÓN (superfamilias)

–OZAWAINELLIDADE (formas primitivas lenticulares y dos capas de pared)

–FUSULINIDAE (3–4 capas)

–SCHWAGERINIDAE (PARED CON KERIOTECA)

–NEOSCHWAGERÍNIDAE (Pérmicas, mayor complejidad)

IMPORTANCIA CRONOESTRATIGRÁFICA

Sobre todo **CARBONÍFERO Y PERMICO**

Existen **biozonaciones** realizadas con estos organismos

Son fáciles de identificar

–**4 capas (moscoviense sup)**

–**poros (kasimoman)**

–**kerioteca (final carbonífero)**

SUBORDEN MILIOLINOS

Son foraminíferos calcáreos con caparazón porcelanaceo imperforados, pueden ser uniloculares o pluriloculares.

Las cámaras son simples o están divididas en camarillas. El prolóculo suele presentar una distribución planiespiral a la que sigue un conjunto de cámaras con disposición planiespiralada, cíclica, agastitega o uniseriada.

Las familias mas importantes son

–PENEROPLIS (TRIAS–ACT)

–SORITIDAE

–**MILIOLIDAE**

–**ALVEOLINIDAE**

La primera tienen los primeros estados con enrollamiento apretados, posteriormente desenrollados (flabeliformes o peneroplina) estas formas son en forma de abanico. (ver en la sistemática de las fotocopias)

FAMILIA MILIOLIDAE

Son agatistegos, en un individuo puede haber varios tipos de enrollamiento, el caparazón es calcáreo imperforado y la pared consta de tres capas, una interna quitinosa, otra intermedia calcárea y por último una externa de naturaleza arenacea.

La proporción de cualquiera de las tres es muy sensible a los cambios térmicos.

En mares cálidos predomina la capa calcárea y en fríos la quitinosa adquiere un mayor desarrollo.

La abertura principal puede ser simple y está cubierta por procesos calcáreos con forma de dientes, diente bífidos, múltiple y crivada.

Y en un conjunto de formas que aparecen en el CRETÁCICO sup. la abertura está obturada por una lámina clivada denominada TREMATÓFORO.

Va acompañada generalmente del desarrollo de depósitos calcáreos en el interior de las cámaras.

Los principales géneros son

–BILOCULINA O ESPIROLOCULINA **CRETÁCICO SUP–ACT.**

–TRILOCULINA

En el JURÁSICO se inician los verdaderos representantes de la familia marcando el CRETÁCICO sup. la aparición de las formas TREMATOFORAS. Durante el EOCENO predominan los miliolinos, en el NEOCENO continúan existiendo y actualmente se encuentran ampliamente extendidos por todos los mares tolerando una gran cantidad de ambientes pero prefieren mares de salinidad normal a profundidades muy reducidas.

Son formas bentónicas con caparazones pesados con un interés cronoestratigráfico relativo excepto un conjunto de formas que son los miolinos trematoforados que aparecen en el CRETÁCICO. Algunas de las cuales tienen distribución estratigráfica muy restringida.

En concreto tres pertenecientes al CRETÁCICO sup.

FAMILIA ALVEOLINIDAE

Son mas pequeños que los miliolinidos, son un grupo de macroforaminíferos bentónicos de gran importancia en el **CRETÁCICO–PALEOCENO** y **EOCENO** se trata de formas grandes en general fusiformes aunque hay algunas esféricas y lenticulares.

El índice de alargamiento es importante como criterio taxonómico.

EE /PP

Hay alveolínidos que alcanzan los 10 cm aunque los mas normal es que midan mm.

El caparazón tiene un enrollamiento planiespiral y bisimétrico, el conjunto se dividido por particiones

mayores que extienden de polo a polo y que delimitan cámaras. Las cámaras están divididas en camarillas interiormente mediante septos secundarios perpendiculares a los anteriores (las camarillas tienen diferentes morfologías).

Puede haber una o mas filas de camarillas y ambos son también caracteres sistemáticos.

Los septos secundarios pueden ser continuos entre dos cámaras los septos secundarios pueden ser continuos o tener una disposición alternante.

Generalmente el caparazón de los alveolínidos es similar al de los fusilínidos aunque en las primeras vueltas de los alveolínidos tienen una disposición agatistega.

Las cámaras están comunicadas entre sí por un canal postseptal y preseptal, este puente en los alveolínidos tiende a engrosar la pared pudiendo producirse esto en dos direcciones.

ELONGACIÓN (espesamiento de la pared si el fenómeno es en la región axial).

FLOSCULACIÓN (si es en la región ecuatorial).

ONTOGENIA DE LOS ALVEOLÍTIDOS

Se produce en varias fases. La primera fase es el estadio nepiónico (+jóvenes compuesto por las primeras vueltas o disposición agatistega).

El segundo estadio es la fase juvenil se distinguen las primeras vueltas que siguen al nepiónico son muy estrechas y no hay espesamiento.

El tercer estadio es en el que se produce un acelerado desarrollo de flosculación/elongación.

El cuarto estadio senil, rara vez se alcanza, las vueltas son muy irregulares.

CRONOESTRATIGRAFÍA

Los primeros alveolínidos aparecen con seguridad en el **CRETÁCICO SUP.** Mas tarde durante el **TERCIARIO INFERIOR** se extienden a lo largo del **TETIS** y alcanzan máximo desarrollo durante el **EOCENO inf. y medio** formando parte de grandes masas de caliza con alveolinas que encontramos en los pirineos.

Durante el **TERCIARIO sup** migran a mares mas cálidos y en la actualidad se encuentran fundamentalmente en aguas tropicales someras de la región indopacífica representada por dos géneros (**BORELIS** y **ALVEOLINA**).

ALVEOLINA solamente TERCARIO.

PREALVEOLINA Y SUBALVEOLINA CRETÁICAS.

Son muy fusiformes con una fila de camarillas por cámara, aunque se multiplican en las regiones porales.

Las alveolinas son del **TERCIARIO INF.** con caparazón fusiforme esférico aunque menor que las formas **CRETÁICAS** canales pre y postseptales. Septula alterna y apertura con dos hileras de poros.

BOREALIS TERCARIO-ACT. Esféricos de pequeño tamaño, camarillas alternativamente grandes y pequeñas.

TENDENCIAS EVOLUTIVAS

Género alveolina tiene crecimiento del tamaño del caparazón durante PALEOCENO–EOCENO acompañado del aumento del tamaño del prolóculo, número de vueltas, alargamiento, y espaciamiento de los polos y de las camarillas por cámara.

ECOLOGÍA

Los miliolinos (alveolinas) constituyen un grupo que en los mares actuales son bastante abundantes en aguas someras, salvo, un número limitado de formas que pueden vivir a grandes profundidades. La mayor parte de los porcelanaceos aparecen exclusivamente en medios someros y sobre todo en ambientes carbonatados. Los representantes actuales de la familia como BORALIS y otros macroforaminíferos están restringidos a aguas someras, templadas y claras y en particular todas las formas alargadas parecen formas de inestabilidad mecánica sobre todo si se tiene en cuenta que viven en la parte mas externa del arrecife y en aguas agitadas adheridas al sustrato por medio de pseudópodos.

Parece que estas formas le proporcionan una relación favorable de volumen para el almacenamiento de algas con las que viven en simbiosis y es posible que los espesamientos calcáreos que desarrollan sean estrategias para dar mayor peso al caparazón y resistir el oleaje.

ROTALINOS

Son foraminíferos con caparazón vítreo, granular radial. Gran distribución estratigráfica. Hay tres grupos

–NUMULÍTIDOS (MACRO)

–ORBITOIDES (MACRO)

–MICROROTALINOS PLANCTÓNICOS

NUMULÍTIDOS

Conjunto de macroforaminíferos bentónicos con gran desarrollo en el Terciario (Cenozoico sobre todo en el **PALEÓGENO**).

Son muy abundantes en facies marinas someras. Poseen GRAN VALOR CRONOESTRATIGRÁFICO en paleógeno.

Dentro de ellos el género mas importante es el genero *Numulites* y otros géneros relacionados que adoptando una sistemática conservadora se pueden clasificar como una superfamilia (OIDEA) o como una familia (IDAE)

NUMULITOIDEA – NUMULITIDAE

Género *Numulites*

Textura radial, externamente forma circular (de moneda) son visibles pocas cosas externamente, caparazón comprimido (puede ser globoso, lenticular etc) el grosor es variable, la periferia es mas o menos redondeada y cortante, el caparazón es bastante claro en lámina delgada.

Posee un conjunto de **filamentos** sobre el caparazón que se corresponde con la inserción de los tabiques con la muralla aproximadamente comparable a los surcos y los lóbulos de los amonoides. También una serie de

estructuras perpendiculares a los filamentos denominadas **trabéculas**.

Así mismo pueden aparecer ciertos **gránulos** o **abultamientos** que son el resultado de la inserción con el exterior de **pilares** (estructuras reforzantes). Los pilares se aprecian en cortes axiales pero no en las ecuatoriales porque no llegan a alcanzar este plano, parten de la muralla.

Internamente, con secciones ecuatoriales se aprecia un enrollamiento espiral y plano (**planiespiralado**). La cavidad espiral se encuentra dividida en cámaras por los tabiques cuya inserción con la pared del caparazón produce los filamentos.

La espira puede estar **apretada** (distancia pequeña entre vuelta y vuelta) o **laxa** (no apretada).

Se aprecia una muralla, cámaras, tabiques...

–TAMAÑO=> Mm–12cm. *Numulites millecapit* (+grande) en la Cordillera Cantábrica hay una especie en llanes seguida en tamaño que es *Numulites colombensis*.

–Nº CAMARAS POR VUELTA varía según la especie.

–Nº VUELTAS X UNIDAD DE DIÁMETRO también varía según la especie y se mide con gráficos.

–Poseen **un dimorfismo generacional amplio**.

Otros géneros importantes son *Assilina*, *Operculina* y *Operculinella*.

Se diferencian en el tipo de enrollamiento (evolutivo, involutivo y involutivo–evolutivo).

La última es relativamente frecuente también se diferencian en el apretamiento de las vueltas.

Dentro de los numulítidos existe una familia o superfamilia HETEROSTEGINIDAE o HETEROSTEGINOIDEA.

Que se caracterizan porque las cámaras están a su vez divididas en camarillas. Se cree que son una evolución gradual desde una *Operculina*.

Anteriormente *Numulites* también se conocían como *Camerina*.

Como muchas especies en este género tienen una distribución estratigráfica inferior a un piso y una distribución geográfica relativamente grande se utiliza el género *numulites* como fósiles muy importantes en cronoestratigrafía.

(ver cronoestratigrafía de géneros en fotocopia)

Paleoecología/paleogeografía

Son marinos, viviendo en plataformas someras y estables carbonatadas generalmente, mares cálidos en zonas tropicales (no pueden vivir a menos de 20°C), ámbito del TETIS por lo tanto muy abundantes en los pirineos. Junto a las alveolinas forman gran importancia en la cronoestratigrafía.

En determinados ambientes son muy reproductivos y por lo tanto puede haber calizas en las que son el componente mayoritario.

OTROS MACROROTALINOS BENTÓNICOS (ORBITOIDIDAE)

–ORBITOIDIDAE

–DISCOCYCLINIDAE

–LEPIDOCYCLINIDAE

–MIOGYPSINIDAE

Disposición de las cámaras

Orbitostega (lecho de cámaras ecuatoriales por encima y por debajo del cual se sitúa dos apilamientos de cámaras laterales).

Poseen pilares y gránulos, externamente se ve poco, forma irregular/circular/estrellada.

CRETÁCICO–MIOCENO

Poseen un dimorfismo generacional acusado, se diferencian formas microesféricas y macroesféricas.

En las formas macroesféricas se observan mejor, se distingue una protoconcha y una deuterconcha. Dependiendo del número de caras del aparato embrionario se habla de embriones **cuadriloculares, triloculares y biloculares**.

–Cuadriloculares Protoconcha dividida en dos y una deuterconcha con dos caras.

–Triloculares Protoconcha y deuterconchas.

–Biloculares 1.– Protoconcha dividida en dos y sin deuterconcha.

2.– Deuterconcha que abraza a la protoconcha.

3.– Deuterconcha abraza a la protoconcha totalmente.

Cámaras laterales (son las que se encuentran por encima y por debajo y rodean a la juvenil).

Cámaras ecuatoriales (con diferente morfología, hexagonal, cuadradas etc)

La configuración del embrión y la sección ecuatorial de las cámaras sirven para dividir los orbitoides.

Las cámaras se comunican por perforaciones de pequeño tamaño (estolones)

CLASIFICACIÓN

Familia Orbitoididae, género **Orbitoides** posee un aparato embrionario de tipo megalosférico de tipo cuadrilocular, ecuatorialmente las cámaras son arqueadas mas altas que anchas y comunicadas por estolones. Se extienden desde el **CRETÁCICO SUP–TERCIARIO INFERIOR (PALEÓGENO)**.

Tendencia evolutiva Las formas primitivas son cuadrilocular y evolucionan a trilocular y bilocular.

Género **Lepidorbitoides** cámara ecuatorial en sección vertical tiene una relación anchura–altura mayor que la

del género anterior. Se ensanchan con respecto al otro. Son siempre biloculares, aumenta también evolutivamente el tamaño del embrión pero no se reduce el número de cámaras. Sin cámaras laterales, perfil bicóncavo.

SANTONIENSE–MAASTRICHIENSE.

FAMILIA Discociclínidos, *Discocyclina*, forma esférica peculiar.

PALEOCENO–EOCENO, las cámaras ecuatoriales son rectangulares o hexagonales, son muy alargados con formas externas diversas. Se distinguen tres subgéneros dentro de discociclina que indican edades diferentes, un subgénero paleoceno, otro eoceno y un último del eoceno medio y sup.

FAMILIA, Lepidocyclínidos. *Lepidocyclina*.

EOCENO–MIOCENO Se parecen a los géneros anteriores, se distinguen por los estolones.

La lepidocyclina se divide en tres subgéneros con diferencias en el aparato embrional.

–L.Lepidocyclina

–L.Eulepidina

–L.Nephrodepidina

La primera es bilocular, el segundo la deuteroconcha envuelve a la protoconcha (eulepidino), el último es de contacto tangencial o isolepidino

FAMILIA Myogipsínidos, *Myogipsina*

Se diferencia mejor del resto de orbitoides en el embrión ya que suele posicionarse excéntricamente en las cámaras ecuatoriales y no tener una posición central como en los otros.

OLIGOCENO–MIOCENO

El género *myogipsina* se diferencia de *myogipsinoide* en la presencia/ausencia de cámaras laterales.

PALEOECOLOGÍA

Medios marinos, poco profundos de plataforma, mares templados–cálidos. Abundantes en el mar del TETIS.

OSTRÁCODOS

Caracteres generales

Pertenecen al orden artrópodos y dentro de este son una clase (clase ostrácoda). Aparecen en el **ORDOVÍCICO–ACTUALIDAD**. El caparazón posee diferentes morfologías dependiendo de la categoría taxonómica.

Son pequeños crustáceos cuyo tamaño va desde **1 mm a 0,5 mm** como media, aunque hay formas que se escapan a esos límites y hay algún género que alcanza los 3 cm (***Gygantocypris***).

En el pasado alcanzaron dimensiones mayores (5 cm) como el género del Silúrico (***Leperditia***).

La característica esencial es que poseen un caparazón calcáreo bivalvo que le confiere similitud con los lamelibranquios, aunque esta similitud es meramente externa son distintos internamente ya que su organización interna es típica de los crustáceos.

El caparazón de los ostrácodos forma parte de la cubierta quitinosa característica de los artrópodos.

Poseen una pequeña escotadura en el caparazón por la que el animal saca sus patas.

La aparición de los ostrácodos es muy discutida, unos dicen que aparecieron en el Ordovícico, otros proponen o fechan su aparición en el Cámbrico (se duda que sean ostrácodos u otros crustáceos de otro grupo, es muy difícil de resolver) lo que si es seguro es que en el Ordovícico sufren una gran radiación importante y los grupos actuales ya estaban representados en aquel tiempo.

También sufrieron las distintas catástrofes biológicas o grandes extinciones pero sobrevivieron y constituyen uno de los grupos florecientes representado por una biodiversidad muy grande, están presentes en todos los ambientes acuáticos (charcos, ríos, lagos, litorales, marinos medios, abísales...) esto sucede desde el Carbonífero donde también se adaptan a los continentales.

Características morfológicas

Como se aprecia en la figura (fig.) si se quita una valva se aprecian ojos, lóbulos, apéndices, antenas etc. No se aprecia mucho la división en segmentos o metámeros típica de los artrópodos ya que se encuentra poco acusada, pero hacia la mitad del cuerpo se divide en un cefalón y torax, no se aprecia mucho el abdomen.

Posee los apéndices pareados en nº de 7 con antenas, anténulas, mandíbulas, placas torácicas, axilas y una furca.

Los apéndices corresponden al modelo básico de los apéndices de los ostrácodos, siendo apéndices birramados sometidos por piezas articuladas. Esto es un testigo de la segmentación.

Los apéndices tienen diferentes misiones. Ej:

–Las **anténulas** (1as antenas) tienen misiones sensitivas, también ayudan a nadar o las dos cosas, depende del tipo de ostrácodo, poseen una función u otra.

–Las **mandíbulas** con misión masticante.

–Las **maxíbulas** también.

–**Apéndices torácicos** (3 pares) T1,T2,T3 son órganos ambulacrales (permiten caminar) pero también pueden tener funciones secundarias.

T1 ayuda a la mandíbula o maxilas con fines alimenticios, una parte de los apéndices puede estar provisto de una placa que vibra. También les sirven los apéndices como garras para apareamiento. También dependiendo del tipo de ostrácodo y del medio en el que viven los apéndices pueden tener diferentes funciones.

(Foto 2) Cubierta calcárea de los ostrácodos.

El caparazón de cada valva está segregado por un doble pliegue de células epidérmicas. Cada flanco del pliegue segrega una delgada película quitinosa.

El flanco externo de células epidérmicas segrega a lo largo de su longitud una cubierta calcárea.

El flanco interno en su posición distal (alejado del centro de crecimiento) a veces, segrega también una parte calcarea.

Los flancos sirven para discriminación sistemática (presencia o ausencia etc)

El grado de mineralización o calcificación sirve para diferenciar entre **ostrácodos fuertemente calcificados** y **ostrácodos débilmente calcificados**.

En casos extremos la calcificación es mínima.

También esto sirve para discriminación sistemática.

Las lamelas determinan grupos mayores de ostrácodos, algunos grupos tienen una lamela interna calcificada, otros grupos no la poseen.

Al espacio que existe entre lamelas se llama **Vestíbulo (vestibulum)** también sirve como caracter discriminativo, no todos los grupos lo tienen.

Anatomía del caparazón

–En su parte media posee unos **huecos** debidos a huelllos musculares de los músculos abductores (encargados de cerrar la valva) .

–La **charnela** está constituida por un conjunto de entrantes y salientes. Los salientes son dientes o barras = elementos positivos los entrantes corresponden a las fosetas dentales o elementos negativos la combinación de los elementos salientes y entrantes constituyen los tipos fundamentales de charnela que a su vez combinándose entre ellos constituyen todos los tipos de charnela en los ostrácodos. No todos los ostrácodos poseen charnela algunos tienen otros elementos como ligamentos elásticos.

Tipos fundamentales de charnela:

–**A:** Charnela siempre sin dientes o ADONTA, está formada por un surco en una de las valvas (usualmente la mayor) en la cual encaja bien una barra o bien el borde dorsal de la valva menor (mas pequeña). A veces es difícil de delimitar lo que realmente es la charnela, ese surco se continúa a lo largo de todo el perímetro de la valva. En la charnela las dos valvas permanecen unidas cuando el caparazón está abierto el resto es una estructura que permite a los ostrácodos sellar las valvas cuando están cerradas (**surco de contacto**).

–**B:** 3 elementos en la valva mayor, tiene dos fosetas terminales unidas por una barra, en la valva opuesta tenemos 2 dientes unidos por un surco. CHARNELA MERODONTA, en la otra valva tenemos el relieve opuesto.

–**C:** Charnela ANFIODONTA se trata de una charnela Merodonta en la cual en la parte anterior del elemento medio se ha diferenciado otro elemento mas (Anteromedio) que tiene el relieve que corresponde al elemento medio y que tiene carácter puntual (no es extensible).

2 dientes terminales separados por una barra mas un diente situado en la parte anterior de la barra.

Los dientes/fosetas pueden sufrir modificaciones menores (estricaciones o dientes bífidos) estas subdivisiones permiten tener 16–18 tipos menores de charnela que existen en los ostrácodos.

– La charnela es importante para la sistemática (sobre todo en ostrácodos paleozoicos) pero también otros elementos.

