

## 20.- EL ORIGEN DE LOS CRANEADOS. PRIMEROS VERTEBRADOS.

A principios del Ordovícico (510 m.a.) aparecen los primeros fósiles de craneados (Fig. 1), los ostracodermos, que comparten en sus sistemas orgánicos, características con los craneados actuales. Estos sistemas deben haberse originado en un linaje de cordados invertebrados. En el único organismo fósil en que aparecen algunos de estos rasgos es en *Pikaia gracilens* (Fig. 2), que

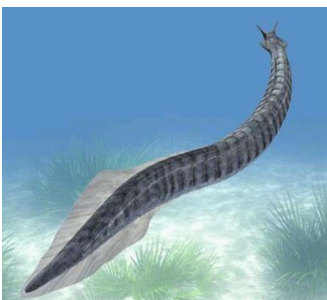


Figura2. Recreación de *Pikaia gracilens*.

ha sido considerado como el primer cordado conocido y que muestra una gran semejanza con los cefalocordados. Es una forma del Cámbrico medio con aspecto acintado que poseía una notocorda, musculatura corporal segmentada en miómeros, filas pares de penachos, que podrían ser la evidencia exterior de hendiduras faríngeas y una cabeza pequeña, y bilobulada con un par de tentáculos.

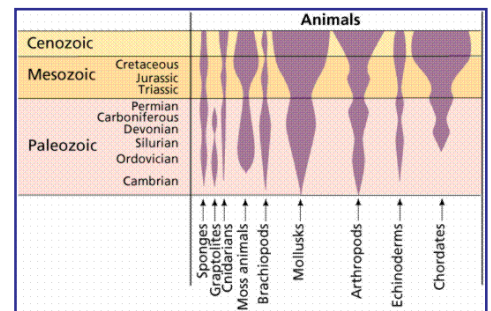


Figura 1. Los primeros craneados aparecen en el Ordovícico.

La evolución del cráneo y de la espina dorsal, un incremento en el tamaño corporal, el desarrollo de los órganos cefálicos de los sentidos y la extensión de los músculos segmentados hasta el tronco, pudieron hacer alcanzar a los prevertebrados un nuevo nivel de organización, el de los primeros y auténticos craneados. Todas estas características permitieron una vida más activa, y un cambio en el tipo de alimentación favoreció la evolución de los sistemas de captura de presas.

En este conjunto de cambios evolutivos el origen del hueso también constituía un enigma. La aparición de unos pequeños microfósiles, los conodontos (Fig. 3), que se encuentran en depósitos marinos desde finales del Cámbrico (540 m.a.) hasta el final del Triásico (205 m.a.), aportaron algo de claridad a la filogenia de los craneados. Los conodontos tienen similitudes en cuanto a su composición química y microestructura con las escamas de los craneados y cuando se descubrieron las impresiones de sus tejidos blandos dichas semejanzas se vieron incrementadas. Poseían notocorda, miómeros, y quizás aletas con radios y ojos.

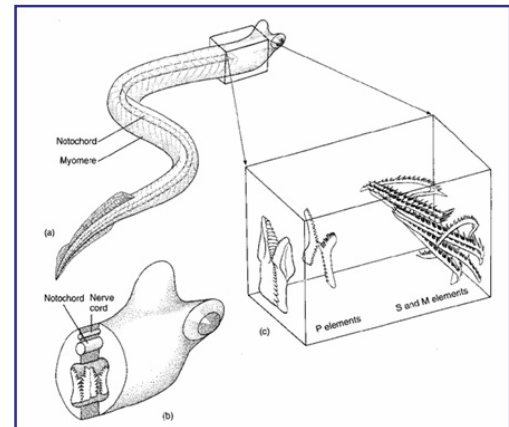


Figura 3. Recreación de un conodonto y posición de los dientes.

En la actualidad existen dos posibles destinos para los conodontos. Algunos autores consideran que podría tratarse del grupo hermano de los craneados o de los craneados+cefalocordados, con lo que los antecedentes de los craneados estarían resueltos. Para otros, sin embargo, los conodontos son craneados próximos a los peces, considerando que los fósiles encontrados son piezas óseas de la boca.

## LOS PRIMEROS VERTEBRADOS

Es un hecho llamativo, y bien conocido, que los primeros vertebrados de los que se tiene noticia en el registro fósil aparecen bastante después que la mayoría de los grandes grupos de animales. En efecto, la mayor parte de los fila de metazoos pueden ser ya

reconocidos en niveles del Cámbrico inferior, aunque son muy pocos los que aparecen en el periodo anterior o Precámbrico. Este súbito incremento en la diversidad animal ha sido llamado la "gran explosión" o Big-Bang cámbrico, y tuvo lugar hace, aproximadamente, unos 550 millones de años. En este sentido, resulta sorprendente que los primeros restos de vertebrados no aparezcan de forma inequívoca hasta el Ordovícico, unos 70 millones de años después de la explosión cámbrica.

Ciertos restos del Cámbrico habían sido asignados a los vertebrados, pero de forma muy controvertida. Entre ellos están los conodontos, pequeños dentículos aislados que probablemente estén relacionados con vertebrados primitivos. Otros fragmentos de caparazones fueron tentativamente considerados como restos de Ostracodermos (peces acorazados sin mandíbulas, Fig. 4)), pero sin un consenso suficiente entre los paleontólogos.

Una posible explicación a esta laguna situada entre la "gran explosión" cámbrica y los primeros restos inequívocos de vertebrados se basaría en la ausencia de esqueleto mineralizado capaz de fosilizar. De hecho, los vertebrados actuales más primitivos, los mixines se consideran descendientes directos de los primeros

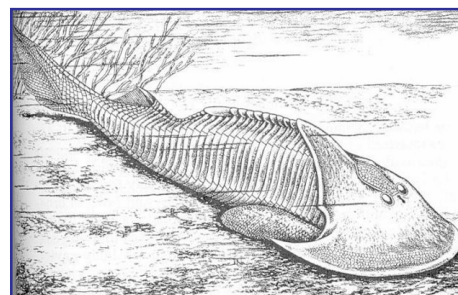


Figura 4. Ostracodermo.

vertebrados, anteriores al desarrollo de un esqueleto mineralizado. Esto no significa que no sea posible localizar fósiles de animales sin partes duras. De hecho existen dos yacimientos paleontológicos en el mundo, de datación cámbrica, en los cuales se dio una preservación excepcional de partes blandas. Uno de ellos es el esquisto de Burgess, en Canadá. El otro es la región de Chengjiang en la provincia de Yunnan, al sur de China. En estas dos áreas se han buscado restos de vertebrados primitivos sin éxito hasta ahora. Sí se habían encontrado

fósiles que fueron considerados cordados primitivos, animales filogenéticamente relacionados con los vertebrados pero sin sus características esenciales. Por ejemplo, *Pikaia* en Burgess y *Yunnanozoon* (Fig. 5) y *Cathaymyrus* en Chengjiang.



Figura 5. *Yunnanozoon*.

Por fin la laguna parece haberse resuelto. Se han localizado, en niveles correspondientes al Cámbrico inferior del yacimiento de Chengjiang, dos fósiles que sí parecen auténticos vertebrados que hacen retroceder la fecha del origen de este grupo a los tiempos de la "gran explosión" cámbrica. Se trata de dos pequeños animales de cuerpo alargado y fusiforme que no alcanzan tres centímetros de longitud. *Myllokunmingia fengjiao* (Fig. 6) muestra musculatura lateral miomérica (esto es formando paquetes repetidos y curvados en zig-zag, como los de los peces actuales)



Figura 6. *Myllokunmingia fengjiao*.

y probablemente cuatro bolsas branquiales en el extremo anterior. Existen evidencia de una larga aleta dorsal y lo que parecen aletas ventrolaterales a lo largo de la mayor parte del cuerpo. Por otro lado, *Haikouichthys ercaicunensis* (Fig. 7) muestra un mayor grado de

conservación de la parte anterior del cuerpo, fundamental para la diagnosis de los vertebrados. En esta zona se reconocen estructuras complejas, que han sido interpretadas como cartílagos craneales situados alrededor de ojos, saco nasal y oído interno. Diversos elementos esqueléticos sostienen las branquias, y los miotomos o paquetes musculares son muy similares a los de los peces actuales. También se aprecian aletas ventrolaterales y una aleta dorsal que, sorprendentemente, muestra los radios dirigidos hacia delante.



Figura 7. *Haikouichthys ercaicunensis*.

La interpretación de estos dos fósiles debe hacerse con la mayor cautela, aunque todos coinciden en que no se había encontrado nunca nada más parecido a un vertebrado entre los fósiles cámbricos. En efecto, *Haikouichthys* en particular muestra lo que parece ser un cráneo organizado en torno a sistemas sensoriales especializados, caracteres esenciales de los vertebrados y ausentes en los grupos más próximos, como los cefalocordados y urocordados. La presencia de esqueleto branquial sugiere la existencia de cresta neural, otra característica fundamental de los vertebrados. El reducido número de branquias de ambos animales, de cuatro a seis pares, es similar al de los peces actuales, y mucho menor que el de los cefalocordados (alrededor de 180 pares). Esto sugiere que el movimiento del agua a través de las branquias se debe a la actividad muscular y no a la acción de cilios, como en el anfibio. Se ha querido incluso adivinar la existencia de cavidad pericárdica detrás de las branquias, pero esto es más dudoso. Por otro lado, la existencia de aletas ventrolaterales puede relacionarse con las hipótesis acerca del origen de las aletas pares de los peces (pectorales y pélvicas) que más tarde habrían de originar los miembros pares de los

tetrápodos. En efecto, muchos piensan que dichas aletas pares se formaron por acortamiento de la base de largos pliegues estabilizadores ventrolaterales como los que presentan *Mylokunmingia* y *Haikouichthys*. Más difícil resulta explicar la sorprendente disposición hacia delante de los radios dorsales de *Haikouichthys*. No obstante, los autores del artículo señalan que existen algunos precedentes similares en las lampreas, cuyos radios de la segunda dorsal se orientan hacia delante en los machos, en época de freza. No puede descartarse, no obstante, que se deba a una distorsión post mortem.

En cuanto a las relaciones filogenéticas (Fig. 8) de estos animales con respecto a otros vertebrados, el análisis cladístico o filogenético realizado por los autores sugiere, con la mayor de las prudencias, una posición más primitiva de *Mylokunmingia*, en posición de grupo hermano de todos los vertebrados excluidos los mixínidos. Esto se justificaría por la ausencia, en mixines y *Mylokunmingia*, de arcualia, bloques de cartílagos situados alrededor de la notocorda y que intervendrán en la formación de las vértebras. Por su parte, *Haikouichthys* estaría filogenéticamente

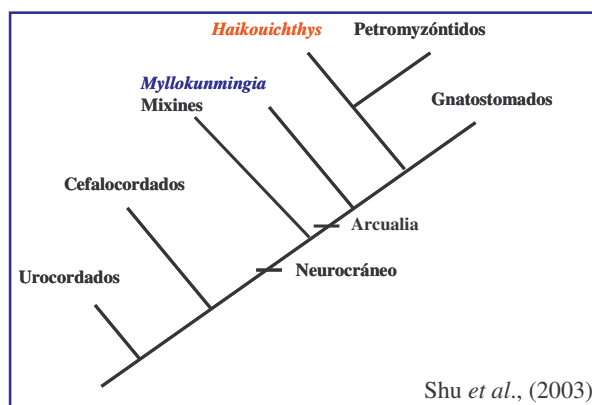


Figura 8. Posición de *Mylokunmingia* y *Haikouichthys* en los Cordados.

relacionado con las lampreas, como sugiere la presencia de un cartílago anular alrededor de la boca, como posible elemento de succión, y cestilla branquial, resultado de la fusión de los cartílagos branquiales.

Por último, la ausencia completa de biomineralización del esqueleto de estos dos animales refuerza la hipótesis de que el esqueleto fosfatado de los vertebrados fue una

adquisición relativamente tardía, probablemente fundamental para su éxito evolutivo, pero ausente de su evolución durante varias decenas de millones de años.