

TEMA 19: La Historia Geológica de la Tierra. Fauna y Flora Fósiles.

AUTOR: **Alberto Viñuela Miranda**

La **reconstrucción de la historia geológica** de nuestro planeta no está exenta de **problemática**.

- En primer lugar, los **eventos más recientes** tienden a **borrar el rastro** de los **más antiguos**.
- En segundo lugar, los principios de **Uniformismo** y **Actualismo** sólo son aplicables en el **pasado reciente**.
- Por último, es necesario considerar la **profunda influencia de los seres vivos**, en constante evolución.

Estos factores explican que **al retroceder en el tiempo nuestro conocimiento se haga más inexacto**.

Con el **nacimiento de la Tierra** se **inició** el **Eón Hádico** ("Infernal") que duró **desde hace 4543Ma –millones de años– hasta hace 4000**.

- La primera fecha, con un error mínimo de 1 millón de años, fue deducida por **Clair Cameron Patterson en 1953** analizando el plomo de zircones meteoríticos.
- La última fecha, arbitraria, corresponde más o menos a la **estabilización de la corteza terrestre**.

La **Hipótesis del Gran Impacto** explica el origen de la Luna por el **choque oblicuo** de la proto-Tierra con **Theia**, un protoplaneta que compartía órbita en un **punto de Lagrange**. Este impacto creó una nube de escombros que, por coalescencia, eventualmente daría lugar a la **Luna**.

En este eón **no existía geología *sensu stricto***, puesto que aún se estaba produciendo la **diferenciación en capas del planeta**.

Hace unos **4300Ma** aparecieron los **primeros océanos de agua líquida**, según se deduce del **análisis de gneises en los *greenstone belts* de Canadá y Groenlandia**. La **alta presión atmosférica** mantenía el **agua líquida** a pesar de la **elevada temperatura**.

Este agua causó la **precipitación de óxidos de hierro** al reaccionar con los **magmas máficos**, produciendo de este modo **magmas félsicos** y la aparición de los **primeros granitoides**.

Respecto a la posible vida hádica, las **kilométricas mareas** provocadas por la Luna primitiva, hicieron de "batidora" de los primeros océanos, favoreciendo posibles **reacciones bioquímicas** en la "**sopa primordial**".

El hallazgo en 2015 de **grafito supuestamente biogénico** no es concluyente.

De haber existido organismos, **habrían sido extremófilos** y además deberían haber sobrevivido al **LHB –*Late Heavy Bombardment*–, Bombardeo Pesado Tardío (4100→3900Ma)**, evento que ha sido deducido del contraste entre las **dataciones U–Pb y K–Ar** de **rocas lunares**, que estuvieron **fundidas al final del eón**.

Ya en el **Eón Arcaico** (“Antiguo”) (4000→2500Ma), podemos hablar de **geología similar a la actual**; incluso de una **tectónica acelerada**, puesto que el flujo energético terrestre era al menos **tres veces el actual**, estimado en 47TW.

Sin embargo **no hay evidencias concluyentes** de la existencia de **Ciclos de Wilson**. Aunque se han hipotetizado la existencia de **supercontinentes** como **Vaalbara**, **Ur** y **Kenorland**, el **registro paleomagnético es confuso**, y existe debate sobre la mera posibilidad de **sutura** entre los primeros posibles **microcontinentes**.

A nivel petrológico, sabemos que de aquella ya existía un **Ciclo de las Rocas** gracias a la **existencia de BIFs –Banded Iron Formations–** Formaciones de Hierro Bandeado, de origen **sedimentario**.

No obstante, las **principales rocas** eran precisamente las **komatitas**, rocas **ígneas ultramáficas** características de este eón, también llamado **Eón Komatítico**.

Como la **atmósfera primordial**, básicamente formada por **gases volcánicos**, era **fuertemente reductora**, incluso en superficie la química mineral era muy similar a la de las intrusiones plutónicas actuales.

Respecto a la biología, los **relojes moleculares** sitúan el origen de la **primera bacteria**, denominada **LUCA –Last Universal Common Ancestor–**, hace unos 3800Ma. De hecho, los **estromatolitos más antiguos** conocidos, probablemente creados por **bacterias quimiosintéticas**, tienen unos 3700Ma.

Pero es probable que las **cianobacterias –fotosintéticas–** aparecieran mucho más tarde, hace 3200Ma, al inicio de la **Era Mesoarcaica**.

Será su **oxígeno** el que cambiará profundamente la geología de la Tierra. Como este gas es **reactivo e inestable**, **necesita renovación constante** para estar presente en la atmósfera. Por tanto su **síntesis ha de ser necesariamente biológica**.

El **primer O₂ producido reaccionó con el Fe²⁺** disuelto en la **hidrosfera**, depositándose en forma de **BIFs durante 800Ma**.

El comienzo del **Eón Proterozoico** (“Animales primitivos”) se fija arbitrariamente, por radiometría, hace 2500Ma, y se extiende hasta el inicio del actual, hace 541Ma.

La primera división corresponde al **Periodo Sidérico**, durante el cual **se agotó el Fe²⁺** que permitía el depósito de **BIFs**.

Hacia 2400Ma el O₂ se empezó a acumular en la atmósfera, en el llamado **GOE, Great Oxygenation Event** o **Gran Evento de Oxidación**, clave en la historia de la Tierra por lo que implicó:

- Aparecieron **multitud de nuevas especies minerales, óxidos e hidróxidos**. Pasamos de apenas una docena de minerales importantes a casi toda la variedad actual. Así lo propone **Robert M. Hazen** en su **Hipótesis de la Evolución Mineral**.
- Surgió la **primera célula eucariota**, o **LECA –Last Eukaryotic Common Ancestor–**. Con ella, las recién aparecidas **mitocondrias** consumirían el abundante O₂; a su vez, iniciando el **declive de las bacterias anaerobias**, como las metanófilas.
- Se pudo formar **ozono** atmosférico, haciendo **así posible la vida sobre la superficie**.
- Se produjo la intensa **Glaciación Huroniana** por el **cese del efecto invernadero**.

De esta **etapa** son:

- El problemático fósil **Diskagma** (2200Ma), descubierto en 2013 en Sudáfrica y similar al hongo actual *Geosiphon*, con cianobacterias endosimbiontes.

- La **Fauna Francevillense o Gabonionta (2100Ma)**, descubierta en 2010 en Gabón y que recuerda a los modernos mixomicetos.

Ambos son **hallazgos polémicos** pues **adelantarían enormemente** la aparición de la **pluricelularidad**.

Sin embargo el **Evento Lomagundi (2100Ma)** volvió a cambiarlo todo: el **O₂ atmosférico se desplomó**, los océanos se **euxinizaron** –según propone la **Hipótesis Canfield**– y los **procesos evolutivos se ralentizaron**.

Hablamos del **Boring Billion**, los **Mil Millones de Años Aburridos**, clímax de los **estromatolitos**, y etapa enmarcada entre dos eventos de oxigenación con sus **respectivas glaciaciones**; también por el ensamblaje de **dos supercontinentes** : **Columbia** y **Rodinia**.

No obstante, la vida eucariota siguió evolucionando. De hace **1030Ma** es el **primer fósil pluricelular inequívoco**, que además revela **células sexuales diferenciadas**: El alga rodofita | **Bangyomorpha pubescens**.

Al comienzo de la **Era Neoproterozoica**, en el **Periodo Tónico (1000→720Ma)** se produjo la **Revolución de los Acrítarcos**. Estos **microfósiles** son residuos orgánicos de claro **origen biológico**. Existentes ya en el Arcaico, dejaron de ser esféricos para cubrirse de espinas. **Su diversidad y tamaño se multiplicaron**.

Al mismo tiempo, los relojes moleculares indican la **surgencia de filos primitivos** como **Choanoflagellata** y **Porifera**, o del reino **Fungi**.

¿Fue el comienzo de la depredación?

La **Era Criogénica (720→635Ma)** coincide con la **Glaciación Varanger**, quizás provocada por el O₂ liberado en el **auge de las algas verdes**.

Existen **restos de tillitas en todos los continentes** que sugieren una cobertura global total –**Snowball Earth**– o parcial –**Slushball Earth**–.

El **vulcanismo masivo** que fragmentó a **Rodinia** puso fin a la glaciación.

Un **cap de carbonatos**, estrato característicamente postglacial, inició el **Periodo Ediacárico (635→541Ma)**.

La **fauna ediacárica**, de extraño aspecto vegetal, es conocida por los **macrofósiles más antiguos de los que se tiene un registro global**; por ejemplo **Dickinsonia**.

Los **yacimientos fósiles típicos** de este periodo son los **Lagerstätten**, como puedan ser los de **Ediacaran Hills**, en Australia; **Sonora**, en México; y **Doushantuo**, en China.

Será precisamente el **abundante contenido fosilífero** el que defina al **Eón Fanerozoico** (“Animales visibles”), el actual. Está dividido en **tres eras**.

La **Era Paleozoica** (“Animales antiguos”), está dividida en **seis periodos**, y abarca unos **300Ma**.

Fue en el **Periodo Cámbrico (541→486Ma)** cuando los **fósiles** se hicieron **omnipresentes** en los **registros estratigráficos**.

La **causa** más evidente fue el **auge de la biomineralización**.

Esta probablemente surgió como defensa ante la **depredación desenfrenada** del periodo –bocas, visión, natación activa–, que combinada con la **infinita variedad de formas** surgidas de los nuevos **genes Hox** produjo, no solo la **mayoría de filos** actuales, sino muchos más, extintos. Hablamos de la **Explosión Cámbrica**.

- Las nuevas partes duras de los animales conllevó la **bioturbación del bentos**. Tras la llamada **Revolución Agronómica Cámbrica**, este no fue más un mero

tapete de bacterias, sino un **nuevo biotopo**. Los *Lagerstätten* y los **estromatolitos** serán muy raros a partir de entonces.

- Aparecieron las **primeras calizas bioquímicas**, tanto **biohermales** como **bios-tromales**.
- También las primeras **rocas fosfatadas** a partir del CaPO_3 fabricado por los **primeros braquiópodos** y los **primeros peces sin mandíbula**.

Fósiles índices cámbricos son las esponjas **arqueociatas** y el trilobite *Paradoxides*.

El mapamundi cámbrico mostraba a los continentes **Gondwana al sur** y a **Laurentia, Báltica y Siberia en el ecuador**. Al final del periodo, el **terrano Avalonia** se escindió de Gondwana, migrando al norte.

Buena parte del **occidente de Asturias** abunda en rocas cámbricas, incluida la **Serie de los Cabos**.

En el **Periodo Ordovícico (486→444Ma)**, tras una serie de extinciones, aparecieron los **primeros arrecifes de coral**, de los órdenes **Tabulata y Rugosa o Tetracorallia**.

También se produjo el “**Gran Evento de Biodiversificación Ordovícica**”, multiplicando taxones y ecosistemas hasta la **Primera Gran Extinción**, al final del periodo, principalmente por **descenso eustático**.

Fósiles índices ordovícicos son los **ortocéridos** y el graptolito *Didymograptus*.

A nivel geológico, destacó la **escisión** de la placa **Armórica** de **Gondwana**.

El **Periodo Silúrico (444→419Ma)** destacó sobre todo por la **Orogenia Caledonia-na**, en que el **choque de Avalonia** con **Báltica y Laurentia** formó **Euroamérica**.

En este periodo aparecieron los **primeros peces mandibulados (placodermos, acantodios y condriktios)** y la **primera planta vascular (Cooksonia)**.

El **fósil índice silúrico** más notable es *Spirograptus*.

El **Periodo Devónico (419→359Ma)** es informalmente conocido como la “**Edad de los Peces**” por su abundancia –especialmente **placodermos**–, aunque acabarán siendo desplazados por los **amonites** al final del periodo.

En tierra, las plantas formaron los **primeros suelos**, que contribuyeron a la **eutrofización** de los mares y su posterior **anoxia**, provocando la **Segunda Gran Extinción**. Esta **arrazó los arrecifes de coral**, como los presentes en **Arnao**; a cambio, se formaron ingentes cantidades de **petróleo**.

Hay **diversos fósiles índice devónicos**, destacando el coral *Calceola* y el graptolito *Monograptus*.

En el **Periodo Carbonífero (359→299Ma)** destacó la **Orogenia Varisca** (antes **Her-cínica**), crucial para entender la geología de España y la de Asturias. **Gondwana** colisionó con **Euramérica** para acabar formando el supercontinente **Pangea** al final del periodo.

No obstante, el Carbonífero –también llamado “**Edad de los Anfibios**”– se caracterizó sobre todo por sus **vastos bosques** de lycopodios, como *Lepidodendron* o *Sigillaria* y equisetos, como *Calamites*; todos característicos **fósiles índice**.

La **compactación** de sus restos formó **extensos estratos de carbón**, como los de las **Cuencas Mineras asturianas**, ya que los **hongos** del Carbonífero **no eran capaces de procesar la lignina**.

El **Periodo Pérmico (299→252Ma)** fue **frío**, debido al **escaso efecto invernadero** –**35% de O_2** al comienzo–, y **seco**, sobre todo en el interior de **Pangea**, por su distancia al mar.

Sus **extensos desiertos** han legado los mayores depósitos de **areniscas –New Red Sandstone–** y **evaporitas** de la historia del planeta.

El **frío** favoreció la aparición y hegemonía de las **primeras gimnospermas**, que hoy en día siguen prefiriendo latitudes altas.

La **sequedad** favoreció una innovación evolutiva carbonífera: el **primer huevo amniota**. Gracias a él, **proto-mamíferos** como **Dimetrodon** dominaron la superficie; el tiempo de los reptiles estará por llegar.

A destacar el cierre del **océano Paleotethys** y la apertura del **Neotethys** –actuales Índico y Mediterráneo– por el Terrano **Cimeria**, que se desprendió de Pangea sur.

El fósil índice más característico es el marino **foraminífero Parafusulina**.

La **Era Mesozoica** (252→66Ma) o “Edad de los Reptiles” comenzó tras la **Terce-ra Gran Extinción** o “Gran Muerte”, debida a gigantescas **erupciones fisurales en Siberia**.

Tres cuartas partes de las especies desaparecieron y **numerosos taxones superiores** fueron cercenados, entre ellos los **trilobites**, representantes por excelencia de la era anterior.

El **Periodo Triásico** (252→201Ma) debe su nombre a la presencia de **tres facies** características, especialmente visibles en **Alemania**.

Los **fósiles índices triásicos** por excelencia serán los **amonites** del orden **Ceratitida**.

Los **Periodos Jurásico** (201→145Ma) y **Cretácico** (145→66Ma) estuvieron marcados por la **ruptura de Pangea** y una **gran actividad tectónica** iniciada por las **erupciones CAMP**, que provocaron la **Cuarta Gran Extinción** al mismo tiempo que abrían el **Atlántico**.

La **rápida generación de corteza oceánica**, ligera por su juventud, provocó una **transgresión marina global récord** que conllevó **grandes depósitos calizos** en las plataformas continentales.

Son **fósiles índice marinos** de **ambos periodos** los amonites del orden **Ammonitida**, el braquiópodo **Pygope**, el bivalvo **Exogyra** y el foraminífero **Orbitolina**.

En **tierra firme** tendremos, por supuesto, a los **dinosaurios** y a las primeras **plantas con flor**.

La **Era Cenozoica** o “Edad de los Mamíferos” comenzó repentinamente con el llamado **evento K-Pg**. Un fino **estrato arcilloso rico en iridio**, presente globalmente, es la evidencia más relevante del **impacto de un asteroide** hace **66Ma** en **Chicxulub**, México. Fue responsable de la **Quinta Extinción**, en el cual la vida terrestre fue diezmada, liberando **amplios nichos ecológicos**.

El **Periodo Paleógeno** (66→23,03Ma) estuvo marcado por el **auge de aves y mamíferos** y por la **Orogenia Alpina** –desde **Pirineos** hasta **Indonesia**–.

La **redistribución de los continentes** tuvo como consecuencia la **Glaciación Antártica** al quedar el polo sur aislado de las **corrientes oceánicas globales**. El **enfriamiento planetario** subsecuente conllevó la **Ruptura de Stehlin**, extinción masiva que afectó a los **mamíferos europeos**.

Fósiles índice paleógenos son los **foraminíferos Nummulites** y los restos de **Quercus**.

En el **Periodo Neógeno** (23,03→2,58Ma), en una Tierra muy parecida a la actual, aparecieron **nuevos ecosistemas** como el **kelp** y la **pradera**, así como los mamíferos plenamente modernos.

Los **patrones climáticos actuales** fueron establecidos entonces debido al **cierre** del **Mediterráneo** y del **Istmo de Panamá**, y a la **apertura** oligocénica del **Estrecho de Drake**.

El **fósil índice neógeno** más destacado es *Carcharocles megalodon*, especialmente sus dientes.

El **Periodo Cuaternario** (2,58Ma→ presente) se **define** por la presencia del género *Homo*, correspondiendo al **Paleolítico Antropológico**. Se considera la **industria lítica humana** como el **"fósil" índice cuaternario** por excelencia.

A nivel geológico podemos hablar de una **litología poco consolidada**, debido a la juventud de los sedimentos.

En conclusión, si algo nos enseña la **historia geológica** de nuestro planeta, es la **profunda interrelación** entre los **procesos biológicos y geológicos**:

- Cómo la **Vida ha transformado** la **superficie del planeta** con la **fabricación** de **O₂** y de **rocas de origen bioquímico**, sin ignorar el **factor antrópico**.
- Y viceversa: Como **factores endógenos y cósmicos**, desde la deriva continental hasta el eustatismo, pasando por cambios orbitales e impactos meteoríticos, **han repercutido en la evolución de la Vida**.