

CAMBIOS AMBIENTALES A LO LARGO DE LA HISTORIA DE LA TIERRA

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia de la Tierra se han producido una serie de cambios ambientales provocados por una serie de factores (biológicos, físico-químicos o extraterrestres) que llegaron a desencadenar importantes variaciones climáticas y biológicas (extinciones).

2. CONCEPTO DE EXTINCIÓN

Cuando se habla de extinción de especies, se hace referencia a la muerte de todos los individuos que componen una especie, ya sea a nivel local o global.

En el momento en que una especie no disponga de medio alguno para hacer frente a las variaciones ambientales, estará condenada a la extinción, que se produce con una probabilidad constante y característica para cada grupo, independientemente de la edad de las especies. Cuando hablamos de extinciones en masa hacemos referencia a que desaparecen, al menos, el 50% de los seres vivos presentes en el planeta en ese momento.

3. FACTORES DE EXTINCIÓN

Distinguimos tres tipos de factores de extinción que provocaron cambios ambientales relevantes: Biológicos, Físico-químicos y Extraterrestres

Los factores biológicos son aquellos que tienen que ver con las relaciones entre especies animales y vegetales que pueblan el planeta Tierra. Son: La depredación, las enfermedades de origen bacteriano o vírico y la competencia.

Pero podemos añadir un cuarto factor biológico que es el propio tamaño de la población. Si cualquier causa redujese el tamaño de la población excesivamente, esta corre el peligro de extinguirse pues sería mucho más vulnerable ante la selección natural por la reducción de la variabilidad genética.

Los factores físico-químicos son muy variados. Pueden provocar cambios ambientales e, indirectamente, la extinción de las especies que no los resistan. Los componentes físico-químicos del ambiente son: la radiación, la humedad, la temperatura, las cantidades disponibles de nutrientes, etc.

Las variaciones que en ellos pueden producirse son muchas. En primer lugar hay un grupo que llamamos cambios climáticos: glaciaciones periódicas, estacionalidad extremada, que afectan principalmente a las zonas continentales y altera gravemente los regímenes de los recursos tróficos. Para organismos marinos, pueden ser considerados igualmente como cambios climáticos variaciones de temperatura, fluctuaciones de la salinidad o alteraciones en la circulación de las corrientes.

Muy graves deben ser los aumentos de la temperatura global, que pueden ser causados por el aumento de la radiación recibida o por la conocida acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera, pero hay más causas.

También es importante la acción de las oscilaciones del nivel del mar y el movimiento de las placas tectónicas, que están estrechamente relacionados. En estos casos se inundan o quedan al descubierto enormes extensiones de tierra, perjudicando a organismos terrestres o marinos respectivamente.

Los factores extraterrestres son responsables de efectos más globales y, por ello, son de mayor importancia para explicar las fases de extinción masiva que a lo largo de la historia de la Tierra se han producido.

El argumento más ampliamente difundido y aceptado en la actualidad para explicar algunas extinciones masivas es el del impacto de un asteroide sobre la Tierra. El polvo cósmico y las radiaciones son los menos importantes comparativamente.

En la actualidad se considera que las extinciones en masa han jugado un papel importante en la historia de la vida.

Desde los albores de la vida en la Tierra, algunas especies de los diversos organismos que habitan al planeta se han extinguido y han posibilitado el surgimiento y desarrollo de nuevas especies de organismos que pueden adaptarse mejor al medio ambiente. Cuando ocurre una extinción en masa de una o más especies se desarrollan otras nuevas. Esto hace que las extinciones desempeñen una función importante en la evolución de la vida en la Tierra. Si las especies no llegaran a extinguirse para dejar su espacio a organismos más avanzados, la vida en la Tierra no habría progresado hasta lo que es actualmente, y los únicos organismos que habitarían la Tierra serían los microorganismos primigenios con que empezó la vida en el mar.

4. LAS EXTINCIONES DURANTE EL PROTEROZOICO

Durante el Proterozoico se produce un hecho trascendental en la evolución de la atmósfera y de la vida, como fue la aparición de la **fotosíntesis**.

Una de las más sorprendentes características de la atmósfera es la gran escasez de gases nobles, en contraste con su abundancia en el cosmos, lo que nos hace suponer que sea de origen secundario. O bien la Tierra fue originada sin atmósfera, o bien la perdió en una fase posterior. Esto segundo es lo más probable. Se propone una fuente interna (salida de gases por los volcanes) como la causante de la atmósfera. Su composición, que era totalmente diferente a la actual, debería ser a base de CH₄, NH₃, H₂, He, Ne y vapor de agua.

Pero la aparición de la **fotosíntesis** hizo que pasara de anaerobia a aerobia, lo que trajo consigo que la vida no fue un episodio pasajero.

Con la fotosíntesis, la atmósfera e hidrosfera se enriquecieron en oxígeno, apareciendo la vida aeróbica y la capa de ozono que impediría el paso de los rayos ultravioleta.

Suele pasar desapercibido el que la aparición de los autótrofos, con la consiguiente oxigenación de la atmósfera, supuso la **primera crisis biótica**, ya que las formas primitivas serían destruidas por dicho oxígeno, y que si a su vez, necesitaban de los infrarrojos, igualmente serían agredidas por la disminución de estas radiaciones al aparecer la capa de ozono.

4.1. La extinción precámbrica

Tuvo lugar hace aproximadamente 600 M. a. La causa de esta extinción fue la glaciación Eocámbrica, que comenzó hace cerca de 680 M. a. y terminó hace 570 M. a. El origen de esta glaciación (la más intensa que ha experimentado la Tierra durante su historia) puede deberse a la explosión demográfica del plancton calcáreo, que habría provocado un efecto "antiinvernadero".

Esta extinción fue determinante para la diversificación de la fauna siguiente, que difirió en gran medida de su predecesora. Durante esta época se desarrollaron organismos de cuerpo blando, destacando entre ellos los peces gelatinosos y gusanos segmentados. Esta fauna excepcional posterior a la extinción precámbrica es conocida como fauna de *Ediacara*.

5. LAS EXTINCIONES DURANTE EL FANEROZOICO

5.1. Las extinciones del Paleozoico

En primer lugar hay que indicar que a principios del Paleozoico (540 M. a.) se produce la llamada **explosión cámbrica**, aparición geológicamente repentina de organismos macroscópicos multicelulares

5.1.1. La extinción Ordovícico-Silúrico (-435 M.a.)

Duró aproximadamente de un millón de años y causó la desaparición de alrededor del 50 % de las especies. Casi acaba con la vida marina; algunos peces sobreviven y los invertebrados pagan un duro tributo. Sus causas fueron:

1) **Cambios en el nivel del mar.** La bajada de unos 70 m. del nivel del mar causó el mayor efecto sobre la destrucción de las faunas, ya fuese por la destrucción de su hábitat o por la reducción del área;

2) **Cambios climáticos.** Posteriormente a la regresión se produce un cambio climático que hace que los casquetes glaciares de Gondwana se descongelaran, provocando una transgresión.

3) **Distribución continental.** Durante el Ordovícico superior hubo una inusual rapidez de movimientos tectónicos que dieron lugar a cambios climáticos igualmente rápidos. En general, el hemisferio norte estaba cubierto casi en su totalidad por un vasto océano; en el ecuador se localizaban pequeños continentes y océanos aislados; y en el hemisferio sur se extendía una gran masa continental.

Debió ocurrir que el movimiento de las placas colocó durante unos cientos de millones de años a lo que es hoy la Amazonía y el norte de África —que formaban parte de Gondwana y eran entonces tierras adyacentes— en las cercanías del Polo Sur geográfico, en condiciones climáticas favorables para la acumulación de hielo. Aparte de la baja insolación, el mar no quedaba lejos, por lo que no faltaba el suministro suficiente de humedad para que las precipitaciones invernales de nieve fuesen intensas.

La mayor paradoja de esta glaciación del Ordovícico es que la concentración de CO₂ durante aquel período era muy superior a la actual. Por eso parece que fueron los factores geográficos, y no la composición química del aire, los que debieron tener más importancia en su desencadenamiento.

5.1.2. La extinción del Devónico

Tuvo lugar hace aproximadamente 360 M. a. y fue particularmente severa para los organismos marinos bentónicos que vivían en aguas tropicales someras.

El depósito marino de cantidades masivas de carbón orgánico y carbonatos inorgánicos redujeron sustancialmente los niveles de CO₂ atmosférico. Se supone que la pérdida de este gas contribuyó al enfriamiento global.

5.1.3. La Extinción Permotriásica (Catástrofe P/T o the Great Dying)

En el límite entre los sistemas Pérmico y Triásico (250 M. a.), la diversidad de la vida representada en el registro fósil se reduce a un nivel no apreciado desde el Cámbrico. Este notable acontecimiento es, con un amplio margen, el más severo de la historia de la vida en la tierra, y afectó drásticamente a la composición y la subsiguiente evolución de la biota de la Tierra. Perecieron el 90 % de todas las especies marinas y terrestres, entre ellos el 98 % de los crinoideos, el 78 % de los braquiópodos, el 76 % de los briozoos, el 71 % de cefalópodos, 21 familias de reptiles y 6 de anfibios, además de un gran número de insectos. Los conocidos trilobites desaparecieron para siempre con esta extinción en masa.

Las causas de la extinción Permotriásica parecen estar vinculadas con erupciones volcánicas, concretamente con la *Siberian traps* (trampa siberiana), extrusiones basálticas superiores a 1.3 km³/año, que cubrieron un área de 337.000 km². Se estima un volumen de lava basáltica solidificada de entre 1.6 y 2.5 millones de km³.

El vulcanismo a esta escala podría haber producido cantidades masivas de CO₂ y SO₂, así como aerosoles que podrían haber bloqueado una importante proporción de la luz solar. Inicialmente, esto habría traído consigo un enfriamiento global. Sin embargo el SO₂ habría producido fenómenos de lluvia ácida y durante varios meses la mayoría de las partículas se habrían ido de la atmósfera. Esto podría haber desempeñado un importante rol en las extinciones terrestres. De todas formas, el CO₂ permanecería, lo cual desembocaría en un calentamiento global. La descongelación de vastas extensiones de permafrost en Siberia pudo además añadir metano a la atmósfera, reforzando el efecto invernadero.

5.2. Las extinciones del Mesozoico

5.2.1. La extinción del Triásico Superior (205 M.a.)

El límite Triásico-Jurásico marca un vuelco en el número de especies en el registro fósil. Este evento afectó tanto a la vida terrestre como a la acuática. El motivo de la extinción sigue siendo incierto (erupciones volcánicas o impactos de meteoritos).

Esta extinción fue especialmente relevante en el aspecto que espoleó el auge de los grandes dinosaurios. Su radiación se debió en gran parte a que quedaron muchos nichos ecológicos libres tras esta extinción, nichos que fueron ocupados por éstos durante el Jurásico y en adelante.

5.2.2. La extinción del límite K-T (65 M. a.)

En el límite entre las eras Secundaria y Terciaria se produjo una importante extinción causada, probablemente, por el impacto de un meteorito en el golfo de Méjico. Los impactos meteóricos dejan en los niveles estratigráficos importantes concentraciones de iridio. En Caravaca tenemos pruebas de su evidencia (ver Capa Negra).

Aunque desaparecieron muchos animales (dinosaurios, ammonites...) y plantas, no debemos pensar que el límite K-T fue un desastre para toda criatura viviente. Muchos grupos de organismos sobrevivieron: insectos, mamíferos, pájaros y angiospermas, en la tierra; peces, corales y moluscos en el océano sufrieron una tremenda diversidad nada más terminar el Cretácico. Incluso gracias a la desaparición de los dinosaurios pudieron desarrollarse con mayor celeridad los mamíferos.

5.3. Las extinciones del Cenozoico

Durante la era Cenozoica (correspondiente a los últimos 65 M. a.) se han vivido también varios fenómenos extintivos, aunque no tan relevantes como los anteriores.

La primera de ellas tuvo lugar en el **Eoceno superior** (33 M. a.). Se supone que esta extinción se debió a un fenómeno de enfriamiento global, pero las causas de éste aún están indeterminadas.

La segunda se produjo en el **Oligoceno inferior** (hace unos 28 M. a.) y fue desencadenada por severos cambios climáticos y vegetacionales. Los principales afectados fueron los mamíferos terrestres.

La tercera se produjo durante el **Mioceno superior** (hace unos 9 M. a.) cuando una ola de frío antártico se extendió por el planeta. Los mamíferos fueron los principalmente afectados.

Ya en el **Cuaternario** se produjeron variaciones climáticas que dieron lugar a varias glaciaciones que afectaron igualmente a los mamíferos.