

LES EXTINCIONS: QUÈ ELS VA PASSAR ALS DINOSAURES?

Jordi Martínell

*Departament de Geologia Dinàmica, Geofísica i Paleontologia
de la Facultat de Geologia de la Universitat de Barcelona.*

0. INTRODUCCIÓ

Des d'antic hom ha sospitat que en el passat la Terra va estar habitada per organismes avui dia desapareguts. Així, l'any 1700, el zoòleg i botànic anglès John Ray expressava el neguit per l'absència de certs cefalòpodes (ammonits) en els oceans moderns: de fet, la simple sospita que hi haguessin espècies extingides repugnava els bons creients ja que segons el relat bíblic del Diluvi, Déu hauria salvat totes les criatures. Avui dia sabem que els ammonits (cefalòpodes marins amb conquilla, d'aspecte similar al dels nautilus actuals) visqueren en els mars del mesozoic, però van desaparèixer fa 65 milions d'anys (Ma), alhora que també ho feien els dinosaures i moltes altres criatures.

Uns quants anys més tard, al segle XIX, el fenomen de les extincions ja s'acceptava com una part normal de l'evolució de la biosfera i es veia solament com un procés continuat de reemplaçament de flores i faunes i, de fet, com el millor exemple de l'actuació de la selecció natural dintre l'evolució: una espècie ha estat equipada per adaptar-se al medi i quan aquest canvia, l'espècie desapareix.

L'estudi detallat i extensiu del registre fòssil ha permès als científics diferenciar dos tipus bàsics d'extincions: les graduals i les massives. Les primeres representen la desaparició paulatina d'espècies, de manera continuada però sense concentracions. A les segones, en canvi, desapareix almenys el 50% de les espècies d'un hàbitat determinat, en un període de temps geològicament curt (de l'ordre d'uns 3 Ma). Les extincions graduals no criden especialment l'atenció de la gent ja que no són espectaculars, però les massives han despertat des de fa molt temps la imaginació del públic, interessat a conèixer les causes de tragèdies tan antigues.

Al llarg de la història de la vida sobre la Terra (més de 3.500 Ma), el nombre d'extincions massives ha estat com a mínim de 9 (fig. 1). Sense aquestes desaparicions sobtades de gran quantitat d'espècies, la biosfera probablement tindria avui dia un aspecte ben diferent.

Però, quines poden ser les causes de les extincions? En realitat, és impossible proposar una única causa per a totes les extincions ja que cadascuna obeeix a motius diferents. Per altra banda, és força difícil averiguar-ho per a cada espècie en concret. Bàsicament, els investigadors agrupen les possibles causes en dos grans blocs:

a) Causes biològiques:

- Biologia pròpia de l'animal: algunes espècies assoleixen al llarg de la seva evolució una especialització tan gran que en sobrepassar-se certs límits esdevenen formes no funcionals, extingint-se al cap del temps.

- Aparició d'espècies competidores: la competència entre espècies (per l'espai, per l'aliment, etc.) és un motor important en l'evolució, però pot conduir a l'extinció d'algunes espècies si una de les competidores arriba a imposar-se.

- Aparició de plantes nocives: l'aparició de plantes amb productes tòxics per a les espècies herbívores pot malmetre'n les poblacions, conduint-les a la desaparició.

- Malalties: les epidèmies contra les quals les espècies afectades no han desenvolupat defenses també poden arribar a eliminar-ne algunes.

b) Causes geològiques:

- Variacions en el nivell del mar

- Canvis de temperatura

- Inversions magnètiques

- Impacte d'un meteorit o d'un cometa

Les causes geològiques de les extincions massives són senzilles d'argumentar: en èpoques transgressives (avanç del mar sobre els continents per causes diverses), les grans plataformes continentals permeten l'establiment de cadenes tròfiques complexes, amb gran abundància d'espècies que són aniquilades en les èpoques regressives (retrocés del nivell del mar), en desaparèixer bona part de les plataformes continentals. En èpoques regressives pot passar a més que la circulació oceànica restringida doni lloc a trames anòxiques, cossos d'aigua marina amb oxigenació escassa que causarien mortandats massives, i que en el registre geològic trobem reflectides en la formació de pissarres negres.

La hipòtesi climàtica de les extincions les fa coincidir amb períodes de clima molt àrid o molt fred (especialment amb glaciacions). Sembla evident que durant el fanerozoic s'han produït extincions massives coincidents amb glaciacions (per exemple, a l'ordovicià), i amb períodes de clima àrid (triàsic), però també n'hi ha hagut durant períodes de clima intermedi (juràssic i cretaci).

En conseqüència, els paleontòlegs busquen les causes de la majoria de les extincions (i especialment de les extincions massives) en modificacions de l'ambient, que alhora poden ser d'origen geològic o astronòmic.

1. L'EXTINCIÓ DEL CRETACI TERMINAL

El debat sobre si l'extinció massiva que es va produir fa 65 Ma va ser causada per l'impacte d'un asteroide o per qualsevol altre motiu s'ha convertit en el tema estrella de la història de la Terra en els darrers anys. Per què? Sens dubte la moda dels dinosaures, que es van extingir aleshores, ha contribuït a aquesta popularitat, però també és cert que el mecanisme proposat ha captat la imaginació popular a través d'uns medis de comunicació de masses que de cada catàstrofe en fan un titular. De fet, la incidència de l'extinció cretácica sobre els rèptils va ser moderada, ja que els dinosaures només representen un parell d'ordres entre molts altres ordres del grup. També s'ha generalitzat molt sobre el benefici que l'extinció dels dinosaures va tenir sobre la radiació dels mamífers. Una idea molt extesa tot i que errònia és la que els mamífers van succeir els dinosaures, és a dir, que apareixen posteriorment com a conseqüència de llur extinció. Tanmateix, els mamífers més primitius són fins i tot més antics que els dinosaures, i també van patir fortament l'extinció. Molts grups de mamífers van desaparèixer en aquell temps i la gran radiació no va tenir lloc fins ja entrat el terciari. De fet, al final del cretaci els dinosaures ja estaven en franca regressió i els mancava la gran diversitat i abundància de què gaudiren en èpoques anteriors.

2. LES TRACES

Les bases per establir la hipòtesi del gran impacte com a causa de l'extinció finicretácica es van establir per casualitat. L'equip de paleoceanògrafs (geoquímics i sedimentòlegs) de la Universitat de Berkeley dirigit pel físic Luis Alvarez estava intentant trobar un element estàndard per mesurar velocitats de sedimentació. L'any 1978 estaven treballant amb una sèrie contínua de sediments marins que creuava sense interrupció el límit cretaci-terciari a la localitat de Gubbio (Itàlia).

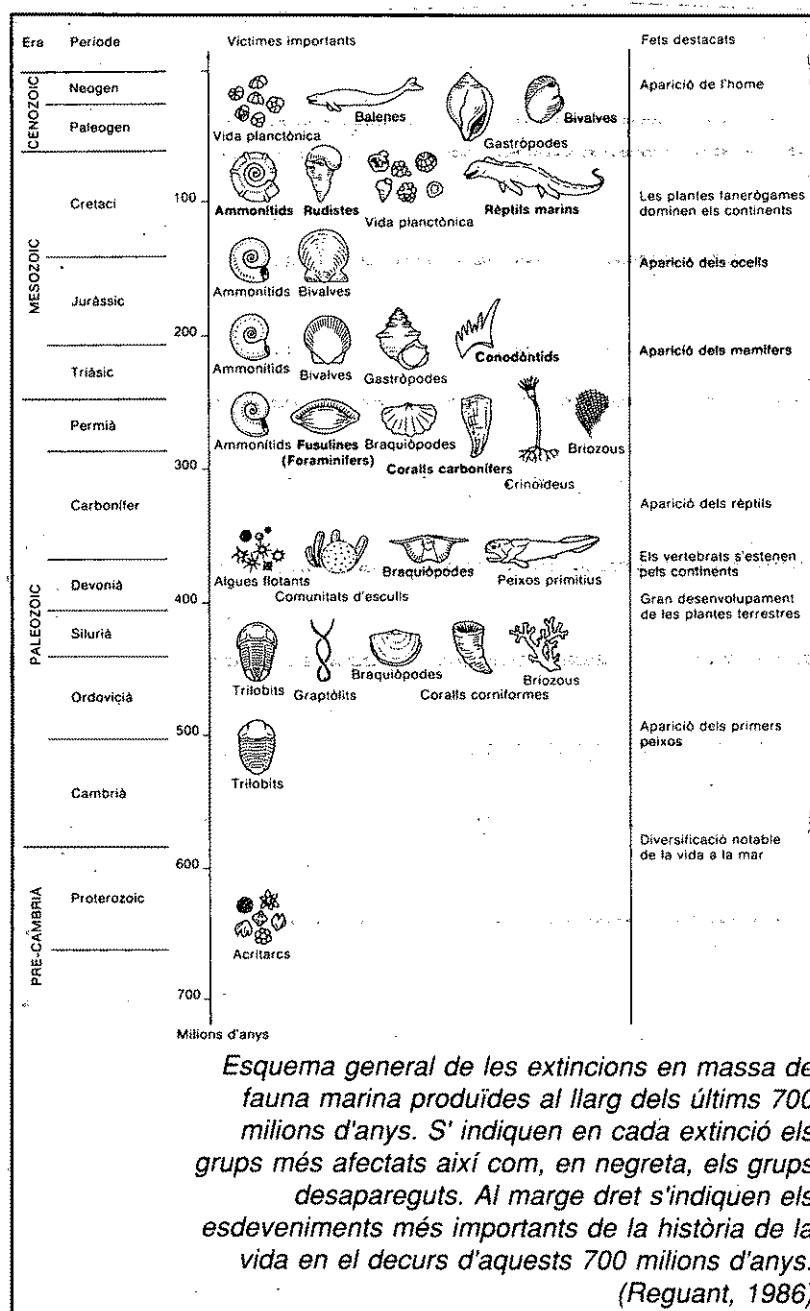
Alvarez i el seu equip van veure que en els sediments estudiats la proporció dels sideròfils i d'alguns dels seus isòtops, entre ells i amb els elements restants, era idèntica a l'existent a certs meteorits. En base a aquest fet va poder atribuir un origen extra-terrestre als sideròfils de l'argila del límit.

S'apreciava també un augment considerable en la concentració de l'element iridi, fenomen que va fer parlar de l' "anomalia de l'iridi", en fer referència a aquests nivells. Des de 1978, aquesta anomalia s'ha localitzat en més de 150 localitats arreu del món, tant a les conques oceàniques com en els continents i, en ells, tant a sèries marines com a sediments continentals.

L'argila del límit ha esdevingut també el

nivell sedimentari més investigat del planeta, i aquestes recerques intensives han produït resultats interessants. Per exemple, l'any 1981 s'hi van descobrir esfèrules de diferents minerals (sanidina, quars, magnetita) anàlogues a les tectites, esfèrules vítries produïdes en impactes. Aquesta troballa també sembla universal. Més endavant, K. Hsü (1982) va trobar diferents anomalies geoquímiques en el límit K-T a l'Atlàntic sud: el carbonat càlcic desapareix en el límit K-T i no torna a la seva proporció anterior fins després d'unes quantes desenes de milers d'anys. En aquest mateix període, disminueix la proporció d'O18 i C13, senyals de l'augment de la temperatura oceànica i d'una disminució en l'activitat orgànica.

Igualment, B. Bohor (1984) va trobar en grans de quars continguts en l'argila del límit línies de feblesa formades a pressions mínimes de 90 quilobars, anàlogues a les que presenten els minerals dels cràters d'impacte; també aquestes estructures s'han trobat des d'aleshores en diferents nivells K-T de tot el món.



Finalment, l'any 1985, l'equip de W. Wolbach va trobar en diferents localitats quantitats importants de cendres (fins a 800 vegades el valor del fons) amb una estructura similar a la que presenta la matèria orgànica consumida per les flames.

Els canvis paleontològics que es produeixen en creuar-se el límit K-T són espectaculars. Segons alguns especialistes, tres de cada quatre espècies del cretaci desapareixen en el trànsit. Tanmateix, la mortandat va ser també molt selectiva: van morir d'un 50 a un 60% de les espècies marines, però només un 20% dels animals terrestres i un 14% dels d'aigua dolça. Quasi el 50% del plàncton va desaparèixer, però més del 90% de les espècies extingides eren d'esquelet calcari, mentre que les de conquilla silícica van quedar quasi intactes.

Entre les faunes terrestres es va donar una selecció semblant. Contràriament al que s'acostuma a dir, la selecció no va afavorir els mamífers davant els rèptils: la meitat d'uns i d'altres va desaparèixer en arribar el terciari, encara que això representa una catàstrofe més gran per als rèptils ja que eren un grup molt més nombrós.

3. LA HIPÒTESI

La idea inicial d'Alvarez s'ha anat modificant amb el temps, admetent addicions i variants per a defensar-se de les objeccions dels crítics. Una síntesi actual de la hipòtesi del Gran Impacte correspondria aproximadament al següent:

1) L'impacte (d'un asteroide o un nucli de cometa de 10 +/- 4 km de diàmetre que viatjava a una velocitat d'uns 20 km/s) va produir com a primer efecte una elevació tèrmica instantània d'uns quants graus que va afectar la troposfera i les superfícies dels continents i dels oceans. Aquest xoc tèrmic provocaria incendis a escala planterària, que han deixat la seva marca en les cendres del límit K-T. Si l'impacte fos sobre l'oceà s'hauria originat un supertsunami, amb onades d'uns quants km d'alçada.

2) A continuació, l'atmosfera va quedar carregada de partícules: l'asteroide es vaporitzaria en l'impacte, però també hi hauria pols litosfèrica i una boira de vapor d'aigua i de volàtils aportats pel cos impactant (smog). L'atmosfera hauria trigat entre 3 i 6 mesos en quedar relativament neta de pols i smog.

3) Durant aquest període de foscor relativa, les temperatures baixarien bruscament i els vegetals aturarien (o disminuirien molt) la seva activitat fotosintètica. La destrucció de biomassa afectaria tant els vegetals terrestres com el fitoplàncton, i portaria el col·lapse de les cadenes alimentàries basades en els vegetals, ja que les reserves dels ecosistemes marins no superen de 10 a 100 dies. Aquestes víctimes inclouen foraminífers, ammonits, belemnits, briozous, coralls, braquiòpodes, ostrèids, i molts rèptils terrestres i marins. En canvi, sortirien millor parats els animals que es poden alimentar de plantes mortes o de carronya (com els insectes), o els mateixos insectívors, com els mamífers o els rèptils petits.

4) Si es va formar a l'atmosfera gran quantitat de NO, les pluges que van acabar amb la boira química estarien

formades per àcid nítric poc diluït; el seu pH podria ser proper a 1, i aquest diluvi àcid asfixiaria els animals, emmetzinaria les plantes i (i per la seva gran capacitat en dissoldre metalls tòxics) les aigües continentals, i rebaixaria el pH del nivell superior dels oceans, dissolvent el plàncton calcari (però sense afectar el silícic), la qual cosa explica la davallada de CaCO₃ i de C13 (menor activitat orgànica).

5) Aquest carbonat càlcic dissolt alliberaria gran quantitat de CO₂ a l'atmosfera, generant durant uns 50.000 anys un efecte d'hivernacle amb elevació de les temperatures oceàniques (en uns 10°C, enregistrada en la disminució d'O18) i continentals. Això darrer seria especialment nefast per als rèptils, que no poden suportar temperatures superiors a 40°C (els mamífers resisteixen fins a 50) i per tant constituïria el cop definitiu per a aquest i altres grups.

4. EL DEBAT I LES ALTERNATIVES

Les principals alternatives a la hipòtesi del gran impacte són hipòtesis biològiques i geològiques: no adequació funcional o competència entre tàxons, i variacions climàtiques o eustàtiques. La no adequació funcional es pot aplicar a grups molt específics, com els pterosaures, però és més difícil fer-ho a grups tan generalistes com és tot el plàncton calcari. Quant als mamífers, principal grup competidor esmentat, la gran radiació evolutiva no va tenir lloc fins ben entrat el terciari.

Les causes geològiques no són tampoc gaire sòlides. Encara avui dia s'està discutint si realment va haver-hi un lleuger refredament a finals del Cretaci: algunes dades geoquímiques i paleobotàniques suggereixen el contrari. Quant al nivell del mar, és cert que baixa en el maastrichtià, però de forma moderada; a més, alguns dels grups amb pèrdues més grans (com el plàncton) eren nedadors oceànics sense relació amb les plataformes continentals.

Els adversaris del gran impacte han proposat que les traces geoquímiques i dinàmiques de l'argila del límit són degudes a grans erupcions volcàniques en el trànsit cretaci-terciari. En el Decan (Índia) es troben grans quantitats de sediments volcànics que varen ser expulsats durant el trànsit cretaci-terciari, emanacions d'aquests tipus serien les causants de les extincions en el límit K-T.

El cert és, però, que els partidaris de les hipòtesis geològiques (Officer, Drake, Hallam) no han pogut construir una alternativa prou coherent; en general, els seus arguments són més atacables que els dels neocatastrofistes.

Els paleontòlegs D. Raup i J. Sepkoski (1984) van creure apreciar una periodicitat de 26 Ma en les extincions que han tingut lloc en els darrers 250 Ma. Ara bé, si existeix realment una periodicitat, totes les extincions massives haurien de tenir una causa comuna, i com que no es coneix cap procés geològic amb aquest interval, s'han buscat les causes en processos extraterrestres, en concret en l'existència d'impactes periòdics que transtornarien el funcionament de la biosfera.