

# Geologia històrica

## 1- El temps en l'escala geològica

El 1650 el arquebisbe d'Armagh (Irlanda), James Ussher, escrigué un llibre on afirmava haver descobert, mitjançant la interpretació bíblica, que la Terra havia estat creada l'any 4.004 abans del naixement de Jesucrist. Posteriorment un altre clergue va precisar encara més, tot dient que la creació havia tingut lloc a les nou del matí del dia 23 d'octubre d'aquell any (sic) ..... Encara que aquest càlcul ens pugui semblar ridícul, es realitzà amb el màxim rigor de la seua època. Es basava en la suposició que l'existència de la Terra era coetània amb l'existència de la humanitat. El resultat no reflecteix més que una prova del grau d'ignorància sobre l'edat de la terra i de les roques que la formen durant els inicis de la Geologia com a ciència. És clar que els avenços científics han fet que aquestes hipòtesis esdevinguin simples anècdotes. Actualment és acceptat que l'edat de l'univers és aproximadament de  $15.000 \times 10^6$  anys i la del nostre planeta és de 4.600 milions d'anys. Per això, la unitat més comuna del temps geològic és la del **milió d'anys (M.a.)**, xifra difícilment imaginable ja que ens pot semblar una eternitat en comparació amb la nostra vida, però si el comparem amb l'edat del planeta, no és més que un moment. No cal oblidar que els processos geològics són extremadament lents.

Si comprimim els 4.600 Ma de la història de la Terra en un únic any, les roques més antigues que coneixem daten del mes de març; els primers éssers vius van aparèixer en el mar en maig; les plantes i animals terrestres ho feren al final de novembre; els dinosaures dominaren la Terra en les primers dies de desembre; criatures semblants als humans aparegueren en la vesprada del 31 de desembre; Roma va governar la Mediterrània durant 5 segons, des de 23:59:45 a 23:59:50; Colom va arribar a Amèrica, tres segons abans de la mitjanit.....

Un altre problema essencial de la geologia és saber l'ordre en què van ocórrer els diferents fenòmens que estudia i saber també quan van tindre lloc. Aquest és el problema bàsic de tota ciència històrica: no és suficient reconèixer els esdeveniments, sinó que cal datar-los. Realment aquest és un problema doble: una cosa és ordenar roques i fenòmens segons la seua antiguitat, i una altra cosa és datar-los. Si els datem correctament sabrem la seua ordenació temporal, però no al contrari.

Aquesta ordenació es pot realitzar simplement establint una ordenació relativa dels materials i processos, des dels més antics als més moderns, cosa que suposa dir-ne la seua **edat relativa**, o bé coneixent la magnitud (en anys, milers o milions d'anys) del interval de temps que fa des de que aquell procés va tenir lloc (**edat absoluta**). Termes molt utilitzats des de fa ja dos segles en geologia com era primària o període Juràssic són expressions d'edat relativa. La branca de l'estatigrafia que té com a fi l'ordenació relativa dels materials del registre estatigràfic és la **cronostratigrafia (cronologia relativa)**. La introducció de edats absolutes és l'objecte de la **geocronologia (cronologia absoluta)**, ciència iniciada en els primers decennis

del segle XX en poder-se aplicar les tècniques de desintegració radioactiva. Ambdós sistemes són igualment importants i es complementen entre ells. Més recentment el paleomagnetisme ha permès elaborar l'escala de polaritat magnètica a partir de la capacitat d'algunes roques d'enregistrar la polaritat del camp magnètic en el moment de la seua formació.

El calendari, però, és incomplet: les roques no formen una hemeroteca de la totalitat de la història de la Terra, sinó un "*conjunt de velles biblioteques disperses on abunden antics textos parcialment esborrats*". Molts processos geològics esborren o compliquen els testimonis d'anteriors esdeveniments com és el cas del magmatisme, l'erosió, etc.

Així, per exemple el nivell del mar pot variar: en èpoques glacials o d'alçament cortical, el nivell del mar baixa, de manera que la part superior dels sediments existents en la plataforma continental poden ser, ara, erosionats. El procés sedimentari tornarà amb condicions favorables. Aquest període erosiu ens deixa la seua marca en la columna estratigràfica en forma d'una **diastema** (= separació), bé en forma d'**hiat** (no sedimentació) o com a superfície erosiva.

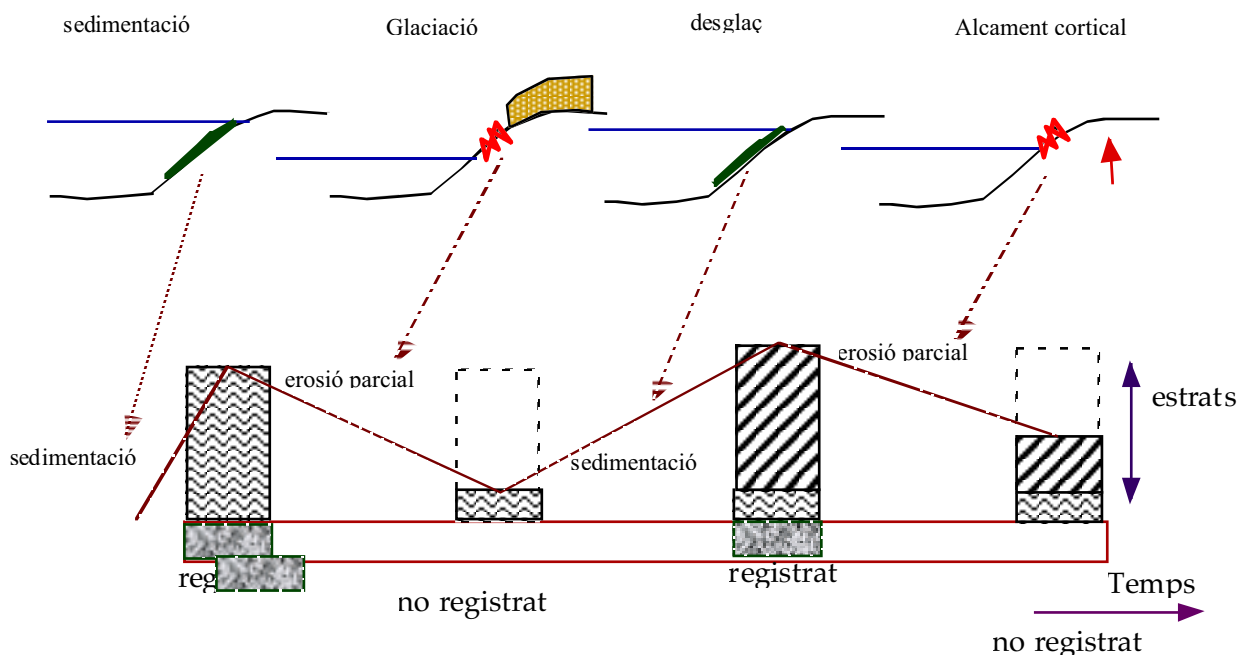


Fig .1. L'estratigrafia presenta un calendari incomplet

## El principi de l'actualisme

Fins a l'entrada del segle XVIII, tot allò que podia fer referència a la constitució i a la història geològica de la Terra era explicat a la llum del Gènesi. És indubtable que en un espai de temps tan breu, com per exemple els sis mil anys atorgats pels estudiosos de la Bíblia, el nostre món s'hauria d'haver creat forçosament mitjançant una successió de catàstrofes, naturals o sobrenaturals com inundacions (i.e. el diluvi de Noè), erupcions volcàniques,

terratrèmols, etc, potser més intensos que actualment i que haurien pogut canviar la faç de la Terra en diverses ocasions: eren les teories **cosmogonistes i catastrofistes**.

Gradualment, però, anà apareixent la idea que certs esdeveniments geològics eren naturals o, simplement, explicables amb les propietats de les substàncies i les relacions entre causa i efecte. James Hutton (1726-1797), d'Edimburg, en el seu llibre *la Teoria de la Terra* exposà el 1785 la **teoria de l'uniformisme o actualisme**. Les concepcions de Hutton diferien radicalment de les dels seus coetanis: en lloc de fer conjectures i hipòtesis, procedí raonant a partir dels fets reals. Va partir de la concepció que el passat de la Terra pot ser explicat, per analogia, a partir de tot allò que es pot observar i que té lloc ara o que ha succeït fa poc. És a dir, **el present és la clau del passat** i la dimensió temps, un punt essencial. Aquest principi fou desenvolupat arreu del món al començament del segle XIX per Charles Lyell.

El raonament essencial en geologia per explicar la història de la Terra es basa en el principi d'analogia. Les relacions causa i efecte radiquen en els processos que generen els efectes a partir de unes causes determinades. Aquests processos són regits per unes lleis físiques constants (que no canvien amb el temps) i unes circumstàncies ambientals, geogràfiques i històriques que han anat canviant. El geòleg, segons aquest raonament actualista, dedueix les causes dels efectes que ell observa en la natura tot aplicant el principi que afirma que el present és la clau del passat. Aquesta manera de procedir es basa en la coneixença dels processos que hui governen els fenòmens geològics (sedimentació, tectònica, etc). Així, per exemple, sabem que els sediment fins d'argila pateixen una retracció en dessevar-se (fig 2. a l'esquerra). si observen la figura 2 a la dreta podrem observar una estructura semblant que ens indica que fa milions d'anys es va produir el mateix procés que en l'actualitat



Darrerament es parla d'un **neocatastrofisme**. Tot i acceptar l'uniformisme, cal tenir en compte evidències tals com el paleomagnetisme (inversions sobtades de la polaritat del camp magnètic terrestre), tectòniques (col·lisions continentals) o paleoclimàtiques (glaciacions) que demostren l'existència de "moments geològics especials".

## 2.1. Datació geològica per la cronologia relativa.

Aquesta datació es fonamenta en els processos geològics i biològics basats en la seqüència de fòssils. Aquests mètodes es van desenvolupar durant el segle XIX i actualment

continuen essent fonamentals. Cal dir, que presenta algunes limitacions: està limitat als últims 600 m.a. i és d'utilitat molt limitada per als últims 2 m.a.

La cronologia relativa es basa fonamentalment en criteris estratigràfics, tot ordenant els materials que conformen el registre estratigràfic des dels més antics als més moderns. El terme **estratigrafia**, del llatí *stratum* i del grec *graphias*, al·ludeix etimològicament a la ciència que tracta de la descripció de les roques estratificades. Weller (1960) la defineix com "la branca de la geologia que tracta de l'estudi i interpretació de les roques sedimentàries i estratificades, i de la identificació, descripció, seqüència, cartografia i correlació de les unitats estratigràfiques de roques".

Cal destacar, però, alguns aspectes que ens permetran entendre millor aquesta definició:

- 1- L'objecte d'estudi són les roques com a estrats, és a dir, les roques que han estat formades successivament
2. Conèixer l'ordre i les condicions de formació dels estrats, així com la mútua correlació entre les diferents unitats estratigràfiques que es troben en la conca sedimentària.
3. Coneixement detallat de la natura de les roques (litologia, propietats físico-químiques), geometria i disposició tridimensional, així com el seu contingut fòssilífer, de manera que a partir de totes aquestes característiques es pugui saber la seua gènesi.

Mitjançant el compliment de tots aquests aspectes, i en particular de la correlació<sup>1</sup> temporal es pot arribar a inserir les dades locals i regionals, dins d'un context molt major de manera que puguin ser utilitzats per elaborar i precisar la història de la Terra. La cronologia relativa s'aplica fonamentalment a les roques sedimentàries que es troben en forma d'estrats i es fonamenta en tres principis: principi de superposició d'estrats, principi de continuïtat i el principi de successió faunística i de correlació.

### Principi de superposició d'estrats

Aquest principi, proposat per *Nicolau Steno* el 1669 diu que "tota capa sedimentària és més recent que la capa que és recoberta" o, dit altrament, els sediments més moderns es dipositen sobre els més antics, sempre que siga conservada la posició d'origen. Recordem, però, el que passava en els plecs inclinats, falles inverses o mantells de corriment on materials més moderns podien situar-se dessorra els més antics.

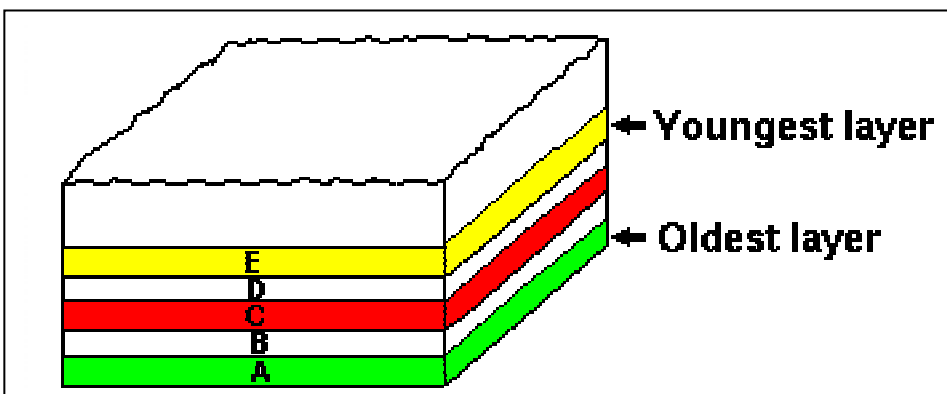


Fig.3

Capa més moderna

Capa més antiga

<sup>1</sup> Correlació : Comparació entre dos o més seccions estratigràfiques, tot establint les equivalències escaients.

### Principis de successió faunística i correlació

Van ser establerts per William Smith (1769-1839), el fundador de l'estratigrafia.

- \* El **principi d'identificació paleontològica** diu que cada unitat estratigràfica és identificable mitjançant una associació fòssilífera que li és característica, és a dir, els estrats que posseïen mateixos fòssils característics tenen la mateixa edat
- El **principi de correlació i zonació** ens diu que les esmentades associacions fòssilíferes reconegudes en un estrat i en un lloc determinat poden ser reconegudes a qualsevol altre lloc. Quan això es verifica es diu que els dos estrats són correlatius, i per tant de la mateixa edat.

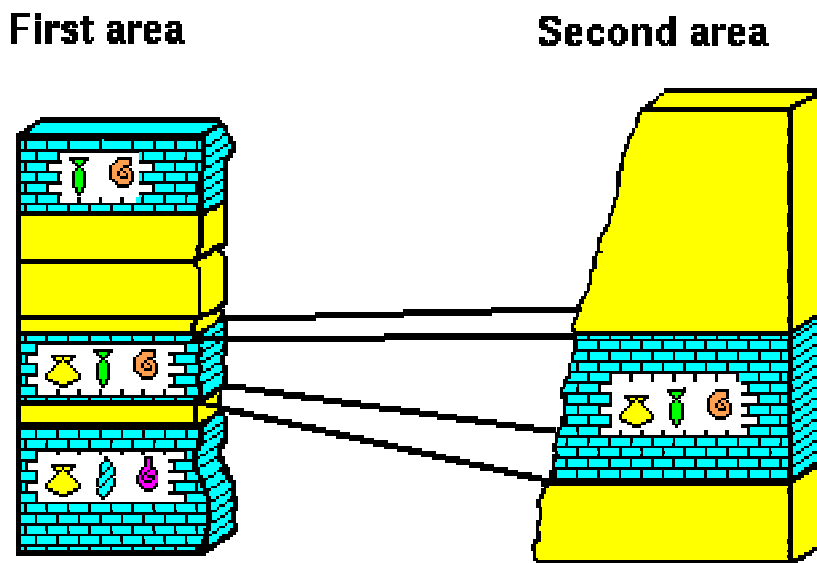


Fig.4 Un conjunt de fòssils ens pot caracteritzar una determinada unitat estratigràfica i , per tant, la seua edat relativa

Aquests principis es basen en que les espècies dels éssers vius han sofert al llarg de la història geològica una contínua **evolució**, tot transformant-se unes espècies en altres. Si l'evolució ha estat molt ràpida obtindren fòssils d'alt valor cronològic, mentre que si ha estat lenta no tindran aquest valor. L'evolució biològica és irreversible : una vegada l'espècie **A** s'ha transformat en **B**, ja no pot tornar enrere; d'aquesta manera, un fòssil característic únicament pot caracteritzar una determinada època.

Les formes fòssils que permeten relacionar els estrats s'anomenen **fòssils característics**, **fòssils guia** o **fòssils índex**. Aquests fòssils característics han de complir una sèrie de condicions:

- 1- Gran dipersió. Són restes d'éssers vius que van viure en territoris molt amples o bé amb una àrea de dipersió gran a causa de la gran dipersió dels seus elements reproductors (espores, pol·len, larves) que són dipositats molt lluny de l'àrea original.

- 2- Ràpida evolució. Corresponen a espècies que evolucionaren molt ràpidament (en pocs Ma) per esdevenir altres espècies amb diferents característiques. Quant més curta haja estat la vida d'aquesta espècie, millor indicador serà. Els fòssils característics serien aquells que presenten una duració inferior al valor mitjà del grup al qual pertanyen.
- 3- Gran abundància. Els éssers vius a qui corresponen els fòssils guia eren molt abundants i poden ser trobats amb facilitat (recordeu que no tots els membres de la població fossilitzen). L'èxit de la micropaleontologia resideix en el fet del gran nombre d'individus que es pot trobar en una mostra reduïda d'un dipòsit sedimentari. Els microfòssils marins (algues microscòpiques com les diatomees), foraminífers, etc. són excel·lents exemples de fòssils abundants. En medis continentals, els micromamífers (rossegadors) i el pol·len. Per contra, els grans mamífers són molt escassos malgrat la seua gran velocitat d'evolució
- 4- Fàcil reconeixement: Molts autors afegixen aquesta darrera qualitat per tal d'evitar errors en la determinació de les diferents espècies. Cal tindre en compte que moltes espècies són polimorfes i s'ha de recórrer a determinacions basades en la pràctica de mètodes estadístics.

A partir d'aquests principis, els geòlegs han cercat i definit els fòssils característics per cobrir amb ells la major part de la història de la Terra. La feina és immensa ja que es tracta de dividir tot el temps geològic en curts intervals caracteritzats per algun fòssil. A continuació donem alguns exemples de fòssils característics



Fig. 5: Fòssils guia del paleozoic (Trilobites) a l'esquerra i del mesozoic (Ammonites i Belemnites) al centre i la dreta

Malgrat tot, cal dir que la cronologia relativa per mitjà dels fòssils presenta unes **limitacions** ja que sovint ens trobem que en una regió la sedimentació no ha estat contínua. Hi

ha espais de temps on s'atura l'erosió dels relleus propers a la conca sedimentària: hi apareixen les llacunes estratigràfiques o hiats. En altres ocasions l'aparició d'aquestes llacunes o la manca d'estrats és deguda a l'erosió posterior de part dels estrats sedimentats en emergir la conca (buits erosionals); a més a més, hem de parlar de sèries d'estrats sense fòssils (mai no en van tenir, o van destruir-se). També s'ha de tindre present que les formes paleontològiques no apareixen ni desapareixen alhora, arreu del món. Hi ha certes regions, certs ambients ecològics que permeten la supervivència de determinades espècies.

### Superposició de fenòmens geològics

Cal parlar a més a més d'una cronologia relativa basada en el principi de **superposició de fenòmens geològics**, que estudiarem en la pràctica en realitzar la història geològica de diferents talls geològics. Així, quan un conjunt d'estrats es troben afectats per una intrusió magmàtica o per una falla, és fàcil deduir que aquests es van formar amb posterioritat a l'existència dels estrats. La regla general és que tot procés geològic és més modern que les roques a qui afecta. Altre exemple ve donat per roques incloses dins d'unes altres que són sempre més modernes que les roques on són incloses

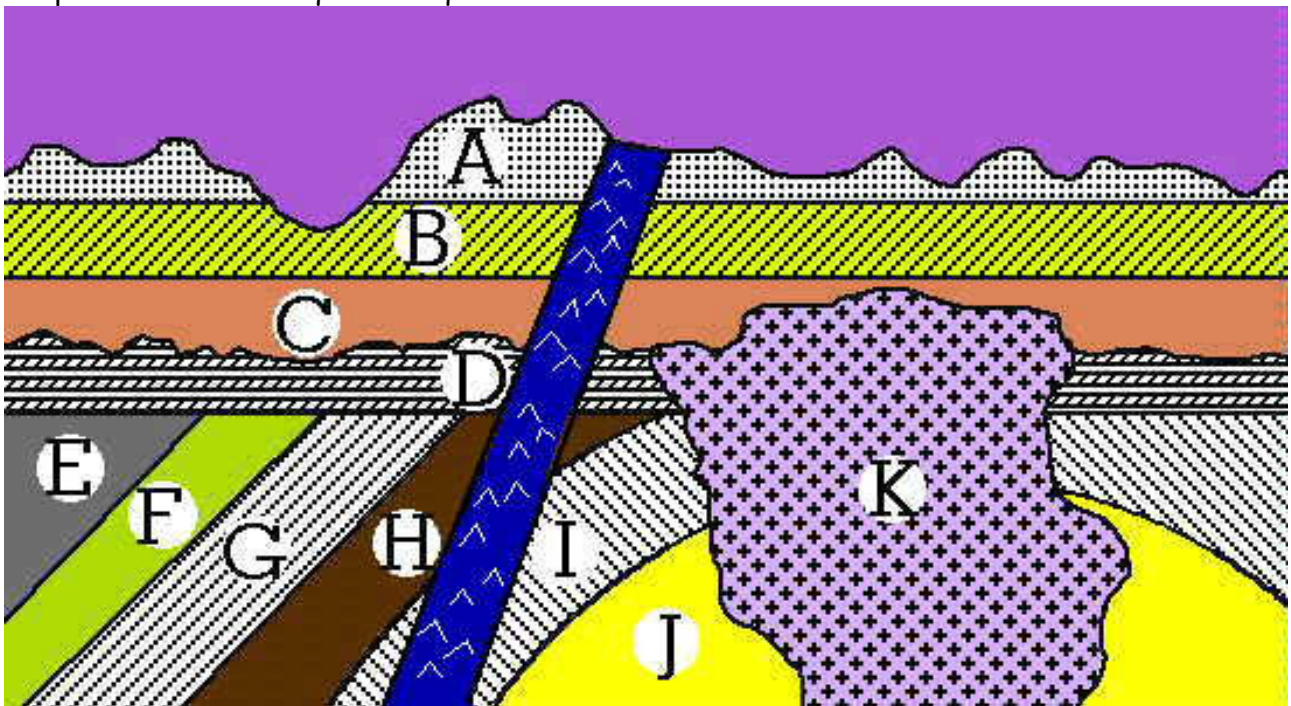


Fig. 6: Relacions creuades entre estrats i estructures geològiques. A partir d'aquest esquema podem deduir que els materials A, B, C i D són posteriors a E, F, G, H, I i J ja que no s'han vist afectats per la deformació tectònica (plec anticlinal) que afectà aquesta segona sèrie sedimentària. A, B i C pertanyen a un temps diferent a D: Posteriorment al dipòsit i diagènesi de D, hi hagué un procés plutònic que afecta tots els materials que s'havien dipositat fins a eixe moment, però no a A, B i C. Entre C i D s'observa una superfície erosiva. Processos d'alçament i erosió permeteren arribar al plutó (K) a superfície. Després va haver un procés d'erosió diferencial ja que K és més resistent que D. Posteriorment hi ha un dipòsit de la sèrie C, B i A. L'últim material en aparèixer és un filó volcànic (color blau), posterior a tots els materials, ja que afecta a tots. Finalment l'erosió deixa el relleu actual. (Nota: El cel apareix de color violeta)

## 2.2 Datació cronològica absoluta

### Mètodes radiactius

La solució al problema que planteja la determinació d'edats absolutes expressades en milions d'anys ha pogut ser resolt mitjançant la utilització dels minerals radioactius presents en les roques que formen part de l'escorça terrestre. Aquest mètode que rep el nom de **rellotge radioactiu** es basa en que els elements /isòtops radioactius sofreixen espontàniament un procés de desintegració pel qual es transformen en elements/isòtops diferents.

#### Breus conceptes sobre radioactivitat

Els elements químics tenen un número atòmic constant i fix que correspon al nombre de protons que conté el nucli atòmic. Aquest nucli atòmic conté també neutrons, el nombre dels quals si pot variar en un mateix element químic. Els àtoms que presenten una massa atòmica diferent (suma de protons i neutrons) reben el nom d'**isòtops**

En la Terra hi ha un determinat nombre d'elements químics naturals (uns 70) que són radioactius, és a dir, elements que estan formats per àtoms (isòtops) inestables els quals, per pèrdua de protons, neutrons i/o captura d'electrons es transformen en altres elements que finalment formen àtoms estables. El fenomen de desintegració radioactiva és molt important en geologia, perquè no solament ens proporciona informació sobre l'edat de les roques, sinó perquè com ja sabem és la principal forma d'energia interna, responsable de les característiques termodinàmiques del planeta.

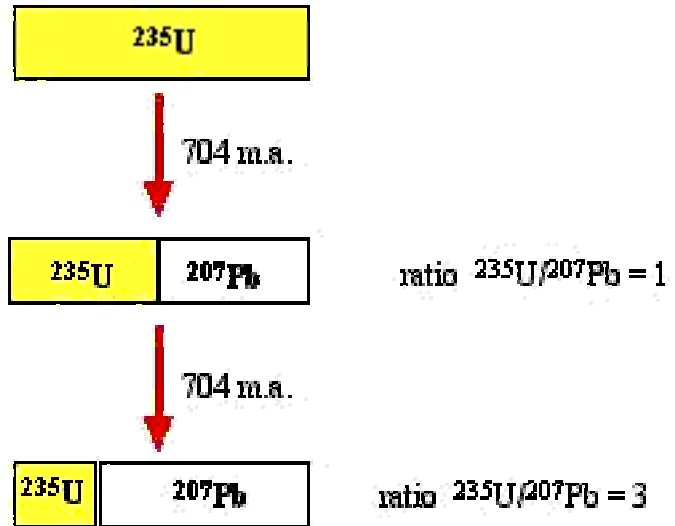
Un nucli atòmic que pateix desintegració radioactiva es coneix **com isòtop inestable**, mentre que l'isòtop final es denomina **isòtop estable**. Així, per exemple el  $^{14}\text{C}$  es transforma en  $^{14}\text{N}$ , de forma que el primer és l'isòtop inestable i el segon, l'estable.

El mètode radioactiu tracta de calcular la proporció existent entre la quantitat residual dels isòtops inestables i les substàncies derivades d'aquests. En alguns casos hi ha modificació de la massa atòmica; en altres casos no. La desintegració radioactiva compleix sempre les següents propietats:

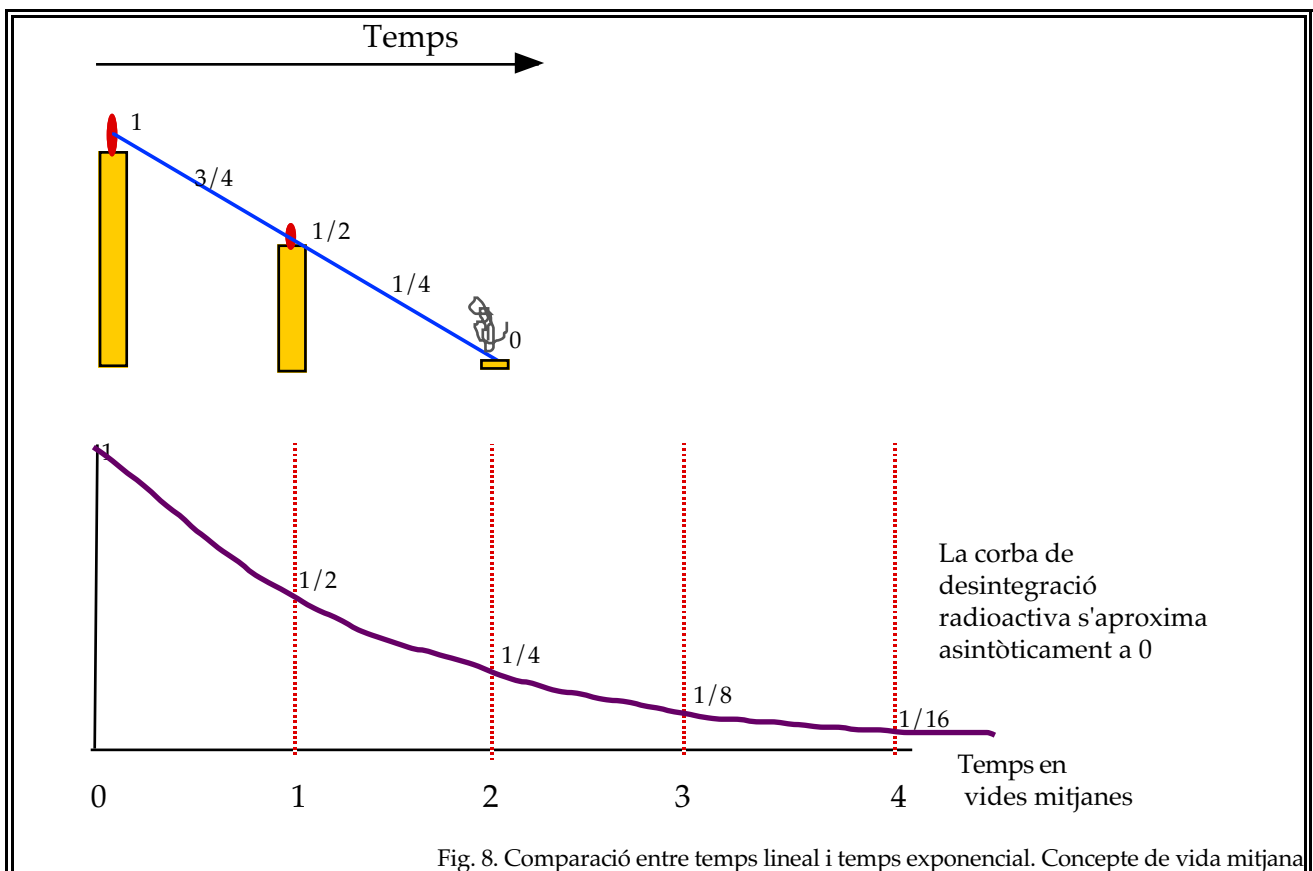
- 1- La desintegració es produeix independentment de l'ambient físic (temperatura, pressió, camp magnètic, etc.) al qual es troba sotmés l'element radioactiu.
- 2- Cada element radioactiu té un **període de semidesintegració o temps de vida mitjana (T)** - temps en què una quantitat qualsevol d'isòtop es desintegra a la meitat - i que és un valor constant per a cada isòtop radioactiu.  $T = 1 / \lambda \cdot 0,693$ , on  $\lambda$  és una **constant de desintegració**, pròpia de cada isòtop, i que ens indica la proporció d'àtoms que es desintegren per unitat de temps.
- 3- El temps d'exhauriment dels isòtops és exponencial, no lineal. Per consegüent, si la meitat dels isòtops de partida ( $N_0/2$ ) s'ha desintegrat, per exemple en una hora, la meitat dels que resten ( $N_0/4$ ) ho faran en el mateix temps i, així, successivament, la meitat dels que van quedant ( $N_0/8$ ,  $N_0/16$ ,  $N_0/32$ ...)

En resum, les taxes de desintegració són **independents** de l'entorn físic o químic. Aquesta és una propietat molt important per utilitzar aquest fenomen com a mètode de datació, ja que la velocitat de desintegració d'un isòtop concret és sempre la mateixa. Les taxes de desintegració es mesuren en allò que anomenem **vida mitjana** i que correspon al temps necessari per a que la quantitat d'isòtop inestable es reduisca la meitat.

Si considerem un mineral que conté  $^{235}\text{U}$  amb una vida mitjana de 704 m.a. i que es transforma en  $^{207}\text{Pb}$ , si mesurem la quantitat del  $^{235}\text{U}$  que resta i la quantitat de  $^{207}\text{Pb}$  generat i coneixent la vida mitjana de l'isòtop  $^{235}\text{U}$ , resulta enzill calcular l'edat de formació del mineral (Veure figura adjunta.7)



Aquesta és una escala logarítmica, tal com representa la figura següent



La determinació de les quantitats d'isòtop inicial i final és prou complicada. Si es fan errades en la seua mesura, això provocarà grans errades en la datació. Tot i que en teoria els rellotges radioactius són molt exactes, en la pràctica no ho són tant, per mancances instrumentals. A més de les dificultats econòmiques (cost dels aparells de precisió), la geocronologia per desintegració d'isòtops inestables presenta unes dificultats pròpies, tant per causa del material utilitzat com per les dificultats d'interpretació dels resultats obtinguts: el material utilitzat, un determinat mineral, ha d'haver-se comportat com un sistema químic tancat des de la seua formació, sense que hi haja pèrdues ni contaminacions, ja que els resultats serien enganyosos. Cal que l'isòtop es presente amb suficient abundància, cosa que no passa en totes les roques i minerals.

Les sèries de l'**urani-plom** són el mètode de datació més interessant per a roques ígnies i metamòrfiques. El seu gran interès està en el fet que es tracta d'un doble rellotge radioactiu, ja que hi ha dos sèries de desintegració:  $^{238}\text{U} - ^{206}\text{Pb}$  i  $^{235}\text{U} - ^{207}\text{Pb}$ . Això permet de comprovar en una mateixa mostra el grau de coincidència dels resultats aconseguits amb els dos mètodes.

La sèrie **potassi-argó** ( $^{40}\text{K} - ^{40}\text{Ar}$ ) és molt emprada per a datar basalts i altres roques que no s'adapten al mètode anterior. El  $^{40}\text{K}$  és un isòtop molt abundant i té una vida mitjana de 1251 m.a., de forma que pot utilitzar-se tant per a roques molt antigues com per a roques més recents. És l'únic mètode que pot ser emprat amb garantia en roques de menys de 10 m.a.

La sèrie **carboni nitrogen** ( $^{14}\text{C} / ^{14}\text{N}$ ), per contra, només pot ser utilitzada per a les datacions molt recents. Fins fa poc el seu abast no passava de 10.000 anys; hui en dia, les noves tècniques permeten atenyir els 35.000 anys. El seu ús roman restringit a la part alta del Quaternari i és particularment útil per a l'arqueologia i la prehistòria. Els objectes que es mesuren han de contindre matèria orgànica. (fusta, ossos, etc). L'isòtop de C més comú a la Terra és el  $^{12}\text{C}$  (99,9%) però en l'atmosfera els raigs còsmics poden transformar el  $^{14}\text{N}$  en  $^{14}\text{C}$ . Una vegada format el  $^{14}\text{C}$  aquest és inestable i es desintegra per formar novament  $^{14}\text{N}$ . Als éssers vius la proporció  $^{12}\text{C} / ^{14}\text{C}$  es manté constant al llarg de la seua vida (intercanvis nutricionals, respiratoris, etc). En morir l'organisme, però, i cessar l'aport de  $^{14}\text{C}$  aquest acaba per transformar-se progressivament en  $^{14}\text{N}$  i per tant augmenta progressivament el contingut en  $^{12}\text{C}$  de les restes d'aquell organisme

Isòtop inicial	Isòtop final	Mètode de desintegració	Temps de vida mitjana (anys)
Rubidi $^{87}$	Estronci $^{87}$	emisió partícules $\beta$	$47.000 \cdot 10^6$
Potassi $^{40}$	Argó $^{40}$	captura partícules $\beta$	$1.251 \cdot 10^6$
Urani $^{238}$	Plom $^{206}$	emisió partícules $\alpha$ i $\beta$	$4.510 \cdot 10^6$
Urani $^{235}$	Plom $^{207}$	emisió partícules $\alpha$ i $\beta$	$713 \cdot 10^6$
Carboni $^{14}$	Nitrogen $^{14}$	emisió partícules $\beta$	$5.730 \pm 30$

Fig. 9 Sèries de desintegració radioactiva d'isòtops inestables més emprades per a la mesura d'edats geològiques ordenades per ordre de temps de vida mitjana.

### 3- Les divisions del temps geològic

Els estudis realitzats per geòlegs i paleontòlegs al llarg dels darrers 150 anys han proporcionat un marc de referència molt detallat i gairebé complet de les divisions i subdivisions del temps geològic, l'anomenada **columna geològica**. La columna estandar continua essent corregida i refinada, tot i en en la seua major part prové dels treballs realitzats al segle XIX.

En un primer moment, els geòlegs empraren grups de fòssils poc característics per dividir la història de la Terra en grans divisions: les **eres**. Els terrenys que presentaven trilòbits van ser anomenats primaris o paleozoics, ja que es dipositaren en aquesta era primària o paleozoica. Sobre aquests terrenys es troben estrats que ja no contenen trilòbits (s'havien extingit) però on són abundants els ammonites. La seua presència definia els materials secundaris o mesozoics. Els terrenys de l'era terciària o cenozoica contenen mamífers i determinats grups de mol·luscs. Finalment, els terrenys quaternaris contenen animals i plantes semblants a l'actual i restes humans.

Les quatre eres no es reparteixen de la mateixa forma en el temps geològic. Són progressivament més curtes. Hi ha estrats anterior a l'era primària que no contenen fòssils (visibles) i que per tant escapen a aquesta cronologia. Modernament se sap que l'era Paleozoica va començar fa 570 m.a i que per tant gairebé 4.000 ma escapen a aquesta classificació mitjançant els fòssils. Aquest immens interval de temps es diu Precàmbric, o era arcaica.

Una vegada establertes les grans divisions en eres i sense conèixer encara la seua durada absoluta, es van fer tota una sèrie de subdivisions o períodes, èpoques, edats, etc. Cada divisió rep un nom que sol derivar de la regió on va ser estudiada per primera volta: **Devonià**, del Devonshire, comtat d'Anglaterra.

L'eó és la unitat geocronològica de major rang. Es poden distingir tres eons: el primer, l'Arcaic, abasta des de la formació de la Terra, fa 4600 m.a. fins fa 2500 m.a.. el proterozoic, des de 2500 m.a. fins 570 m.a. L'eó *Fanerozoic* és el temps transcorregut de del començament del Cambrià fins a l'actualitat (570 m.a.). En general, els eons arcaic i proterozic solen agrupar-se sota la denominació de precambrià i no tenim massa registre fòssil d'aquest període. Cada eó comprén diverses eres. En el cas de l'eó fanerozoic els noms de *Paleozoic*, *Mesozoic* i *Cenozoic*. Les següents unitats inferiors són els períodes.

Temps geològic (m.a)	Eó	Eratema	Sistemes i subsistemes	Sèries i subsèries	Fase orogènica		
0	<b>FANEROZOIC</b>	<b>CENOZOIC</b>	Quaternari	Holocè Pleistocè	<p>ALPINA</p> <p>HERCÍNICA</p> <p>CALEDÒNICA</p>		
1,8			TERCIARI	Neogen		Pliocè Miocè	
22,5				Paleogen		Oligocè Eocè Paleocè	
65		<b>MESOZOIC</b>	Cretaci	Superior Inferior			
141			Juràssic	Malm Dogger Lias			
195			Triàsic	Keuper Muschelkalk Buntsandstein			
230		<b>PALEOZOIC</b>	Permià				
280			Carbonífer				
347			Devonià				
395			Silurià				
435			Ordovicià				
500		Cambrià					
570		<b>PRECAMBRIÀ (era arcaica)</b>					
4500							