

L'energia del Sol, l'edat de la Terra, i la teoria de l'evolució: un debat del segle XIX.

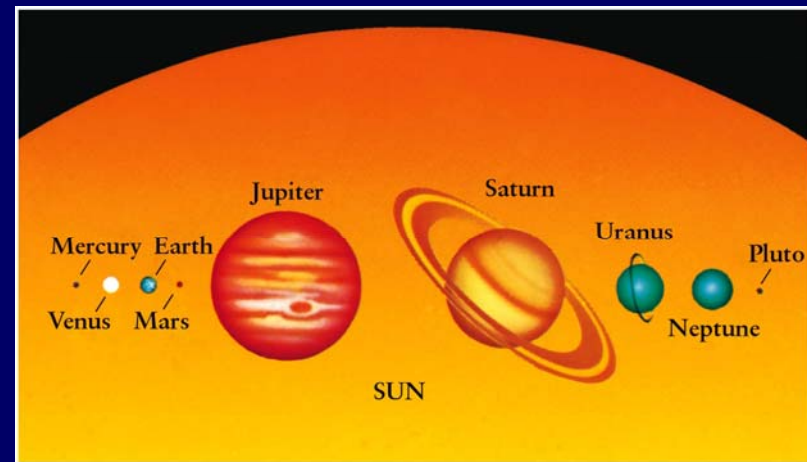
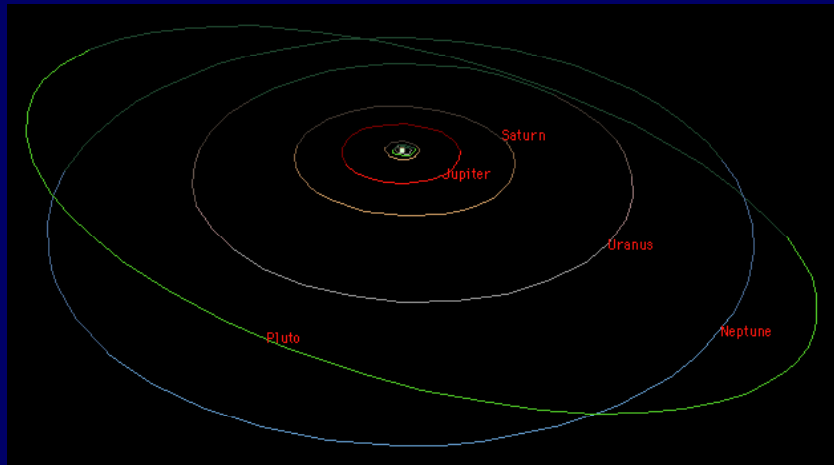
Jordi Miralda Escudé
Professor d'Astrofísica ICREA
Institut de Ciències del Cosmos, UB
Prada de Conflent, 21-8-2009

Qüestions sobre el mètode de la ciència

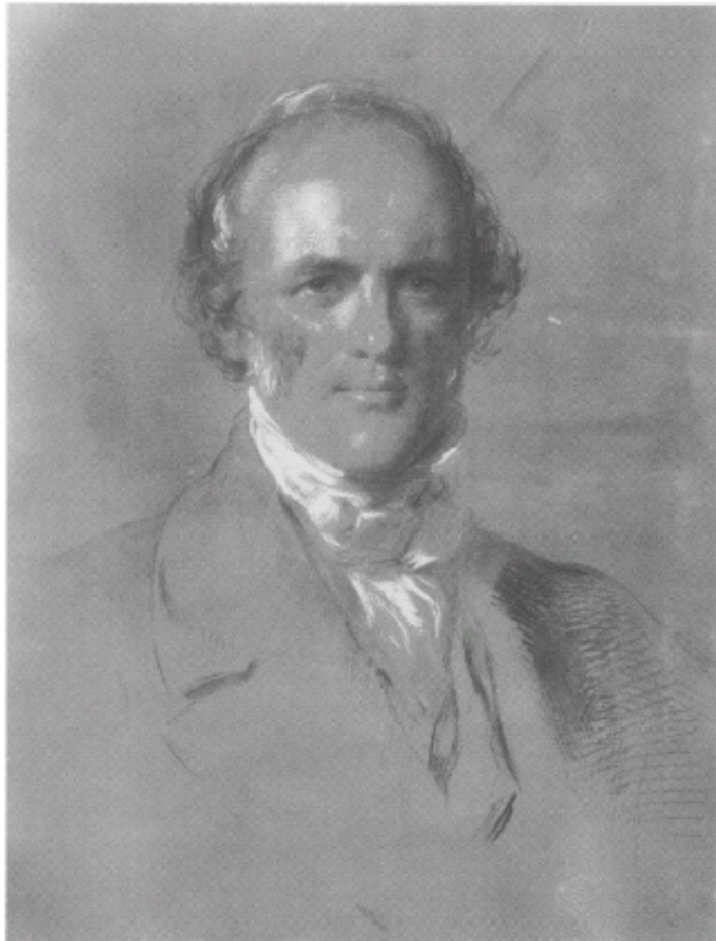
- Com s'estableixen conclusions a la comunitat científica ?
- Què passa quan les disciplines científiques s'especialitzen i s'aïllen ?
- Quina és la dinàmica de les controvèrsies científiques ?
- Quan es pot produir un excés de confiança en una resposta científica ?

L'edat de la Terra i el Sol

- Fou un tema cabdal en el desenvolupament de la cultura humana, on els descobriments científics s'imposaren sobre el conservadorisme religiós. La resposta es va debatre al segle XIX i principis del XX.

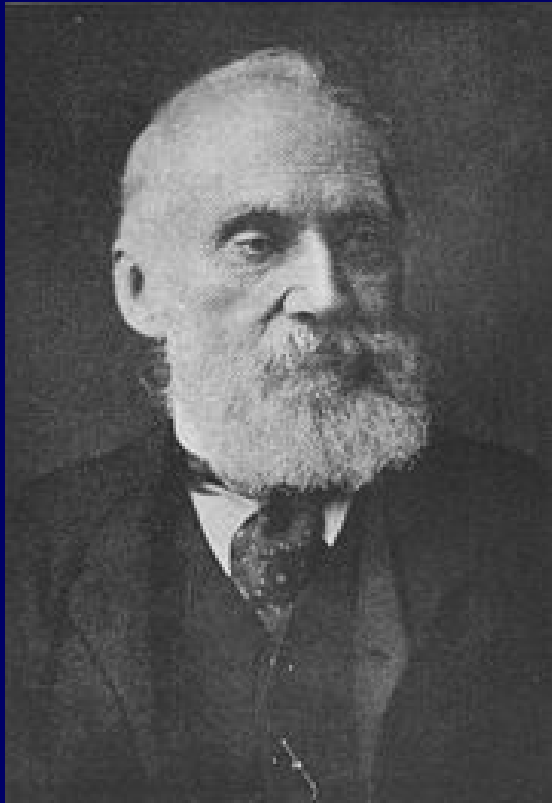


Charles Lyell (1797-1875): un gran geòleg



- L'evolució geològica de la Terra ha sigut gradual i essencialment uniforme.
- Això féu pensar en mesurar edats a partir de ritmes d'acumulació de sediments, o de sals en el mar.

William Thomson (Lord Kelvin): un gran físic.



- El Sol perd energia interna a mesura que la radia en la seva immensa lluminositat. Sabent la massa del Sol i la seva temperatura interna, podem calcular el temps que dura la seva energia:
30 milions d'anys.
- També l'edat de la Terra podia deduir-se de l'energia geològica emesa i la calor interna de la Terra, amb un resultat semblant.

Charles D. Walcott:



- Va mesurar les edats de les eres geològiques a través dels sediments acumulats, per deduir una edat:
50 milions d'anys.
- Ritme d'acumulació de sal al mar: l'edat deduïda és
80 milions d'anys.

El debat sobre l'edat de la Terra

- Durant molts anys, geòlegs i físics debateren quina resposta era més correcte. Tots els mètodes tenien possibles defectes. Les edats que obtenien els geòlegs eren una mica més grans que les dels físics, però no molt diferents. Tots argumentaven que eren els altres els que estaven equivocats.

Mesura moderna d'edats: radioactivitat

- Els nuclis radioactius es desintegren amb una vida mitja que mesurem en el laboratori.
- A partir de les abundàncies de cada tipus de nucli, podem deduir l'edat de roques i meteorits. Les roques més antigues de la Terra tenen uns 4 mil milions d'anys, i els meteorits tenen edats de 4.5 a 4.6 mil milions d'anys.
- Aquestes mesures han demostrat que el Sistema Solar es va formar conjuntament fa uns 4.6 mil milions d'anys. Els planetes es formaren en un disc circumestel·lar per l'agregació de meteorits i asteroides.



Problema amb l'edat del Sol:

- El Sol no està perdent energia interna perquè genera nova energia per fusió nuclear de l'hidrogen en heli, la qual li dóna una vida molt llarga.
- Els models actuals d'evolució estel·lar i l'heliosismologia demostren que el Sol ha viscut uns 4600 milions d'anys, i viurà uns 5 mil milions d'anys més abans de que se li acabi l'hidrogen.

Problema amb l'edat de la Terra

- La Terra també té la seva font d'energia interna, la radioactivitat. A més, l'interior de la Terra triga molt més a refredar-se del que s'havia pensat.

Problema amb les estimacions geològiques

- Els sediments poden formar-se i destruir-se vàries vegades. Els geòlegs van mesurar en realitat el temps de formació i destrucció de noves muntanyes.
- Les sals minerals estan en equilibri en l'oceà: hi entren per aportacions dels rius, i en surten per l'enfonsament de plaques marines cap al mantell. Els geòlegs van mesurar el temps de residència de les sals en el mar.

Qüestions sobre el mètode de la ciència

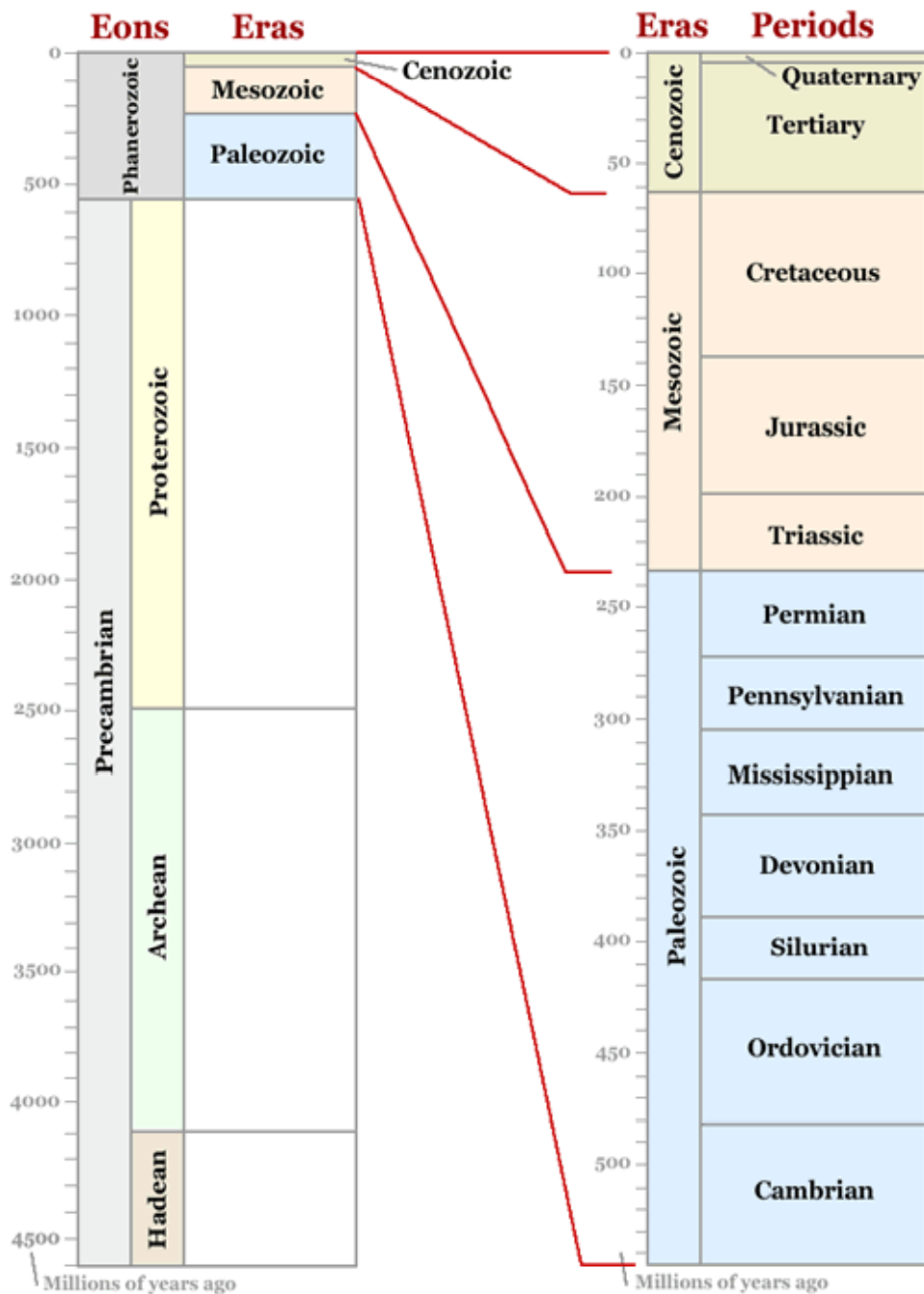
- Com s'estableixen conclusions a la comunitat científica ?
- Què passa quan les disciplines científiques s'especialitzen i s'aïllen ?
- Quina és la dinàmica de les controvèrsies científiques ?
- Quan es pot produir un excés de confiança en una resposta científica ?

Charles Darwin

i l'evolució de les espècies



- Les espècies han evolucionat per variació gradual i selecció natural.
- Avui en dia sabem que la llarga edat de la Terra i el manteniment de condicions aptes per a la vida són essencials per a que l'evolució d'espècies complexes hagi sigut possible.



Breu història de la vida

- L'evolució de les espècies actuals va necessitar un temps semblant al que s'havia imaginat al segle XIX per l'edat de la Terra. Però a l'evolució de la vida primitiva li calgué tota l'edat real de la Terra.