

Datant la Terra – abans del descobriment de la radioactivitat Charles Lyell i el Mont Etna, 1828

Des de principis del segle XX, hem estat capaços de datar la Terra usant minerals radioactius, i ens hem acostumat a parlar en termes de milers de milions d'anys. Abans d'això, tanmateix, les estimacions de l'edat dels esdeveniments geològics eren molt variables i ningú era capaç d'esbrinar quan havien passat. La majoria de gent pensava que els processos geològics s'havien produït de forma molt ràpida per tal d'explicar que havien passat en uns pocs milers d'anys (es creia que la Terra tenia només uns pocs milers d'anys d'edat). El geòleg escocès, Charles Lyell, estava segur que els processos

del passat havien funcionat a la mateixa velocitat que els moderns i que la majoria de trets de la Terra havien trigat molt temps per formar-se, però com provar-ho?

Una visita al Mont Etna, a Sicília, li va donar una idea que li permetria estimar quants anys havia estat creixent l'Etna fins formar un gran volcà. Tot i estar lluny de donar l'edat de la Terra, al menys podria mostrar quant temps havia trigat a formar-se una petita part d'ella i, així, començaria a estendre l'escala del temps al pensament de les persones.

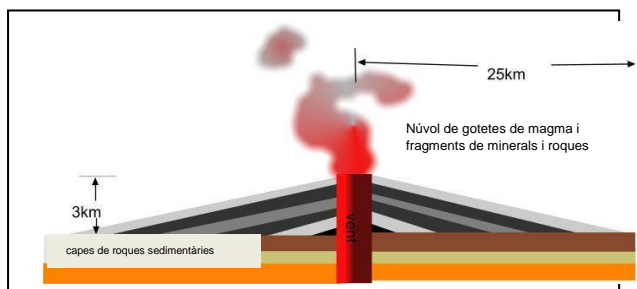


El Mont Etna al 2007,

Arxiu amb llicència de Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 Internacional, 3.0 Unported, 2.5 Generic, 2.0 Generic 1.0 Generic

Lyell sabia la mida aproximada del Mont Etna, des de la colada de lava inferior, que descansava sobre calcàries fossilíferes, fins al seu cim. També sabia que entrava en erupció regularment i que la majoria de les seves erupcions des dels tems dels romans havien estat enregistrades. Així, si es pogués mesurar el volum de lava de cada erupció, es podria calcular quant temps havia trigat a formar-se tota la muntanya. Recordeu als alumnes que els càlculs que segueixen s'han simplificat i són molt aproximats, però que mostren com pensava Lyell. Demaneu-los que us mostrin la seva feina.

L'Etna fa uns 3km d'alçada i és de planta més o menys circular, amb un radi d'uns 25 km.



Tall geològic esquemàtic del Mont Etna (Peter Williams)

- Calculeu el volum de l'Etna usant la fórmula del volum d'un con: $V = 1/3 \pi r^2 h$, en què V és el volum del con en km^3 ; r és el radi en km; i h és l'alçada en km. Aproximeu π a 3,2.
($Volum = 0,333 \times 3,2 \times 25 \times 25 \times 3 = 2000 km^3$ aprox).

Lyell va trobar que, de mitjana, cada colada de lava mesurava 10km de llarg i 1km d'ample per 2m de profunditat (0.002km).

- Calculeu el volum mitjà de lava a cada colada:
($10 \times 1 \times 0,002 = 0,02 km^3$)

També va trobar que, de mitjana, hi havia hagut 5 erupcions per segle (100 anys) des de que es tenen registres.

- Calculeu el volum mitjà de lava produït en un segle. ($5 \times 0,02 = 0,1 km^3$).
- Calculeu el volum de lava que ha estat expulsat des del temps dels romans, fa 2000 anys (20 segles). ($20 \times 0,1 = 2 km^3$)

Lyell se'n va adonar que la quantitat total de lava expulsada durant els últims 2000 anys és molt petita comparada amb el volum de lava que constitueix tota la muntanya.

- Calculeu quant temps caldria per tal que la lava construeixi tot l'Etna.

$(2000\text{km}^3 / 0.1\text{km}^3 \text{ per segle} = 20.000$
 $\text{segles} = 2.000.000 \text{ anys})$.

Tot seguit, Lyell va buscar i trobar closques fòssils a les calcàries de sota la colada de lava inferior de l'Etna. Els geòlegs ja havien establert la columna estratigràfica, en que els estrats es dividien pels tipus de fòssils que contenia cadascun d'ells, tot i que no podien adjudicar dates als diferents esdeveniments de la columna. Les closques de la part més alta de la columna

eren del període en què vivim actualment. És l'anomenat Període Quaternari.

Quan Lyell va comparar els fòssils amb els mol·luscs que vivien al Mediterrani, va trobar que eren gairebé les mateixes espècies. En altres paraules, si hi havia hagut tan pocs canvis els últims 2 milions d'anys, la Terra devia ser moltes vegades més antiga que això per tal de disposar de temps suficient per permetre els canvis ben coneguts que hi havia hagut a la vida fòssil.

Fitxa tècnica

Títol: Datant la Terra – abans del descobriment de la radioactivitat

Subtítol: Charles Lyell i el Mont Etna, 1828

Tema: S'usen càlculs simplificats per demostrar l'enorme edat de la Terra, abans del descobriment de la radioactivitat.

Edat dels alumnes: 14-16 anys

Temps necessari: 20 minuts

Aprentatges dels alumnes: Els alumnes poden:

- fer càlculs senzills a partir de dades donades;
- mostrar com es pot obtenir una estimació de l'edat d'una part relativament recent del registre geològic;
- posar-se en el lloc d'un científic esforçant-se per esbrinar l'edat de la Terra, només a partir d'evidències geològiques, sense cap coneixement dels mètodes radioactius de datació.

Context:

Aquesta activitat proporciona una oportunitat per usar matemàtiques senzilles per resoldre un problema geològic clàssic. Els estudiants haurien de ser conscients que les xifres són molt aproximades, i que l'activitat ha estat dissenyada per mostrar el principi subjacent sota l'enfocament de Lyell, més que per obtenir un valor precís. Les respostes es mostren en *cursiva*.

Ampliació de l'activitat:

Useu les Earthlearningidees citades a sota per obtenir una visió més àmplia de les formes en què els geòlegs pensaven fa uns 200 anys, per apreciar com Lyell era un avançat al seu temps. Useu l'article de Bob White citat a sota per obrir una discussió (amb cura!) sobre la diversitat actual de punts de vista sobre l'edat de la Terra. Estudieu una columna geològica per veure com és de petita la part de temps que correspon al Període Quaternari.

Principis subjacents:

Des de la primera estimació per calcular l'edat de la Terra el 1779, s'han usat diferents i innovadors mètodes.

Els càlculs de l'edat de la Terra a partir de la datació radiomètrica han donat les xifres més fiables i, en anys

recents s'han ajustat al voltant de 4600 milions d'anys, més fàcil de recordar com 4.567 milions d'anys.

Desenvolupament d'habilitats cognitives:

Tot i que els càlculs són molt senzills, alguns estudiants poden patir un conflicte cognitiu quan hi treballen. Relacionar l'exercici amb el món real dels volcans i el temps geològic requereix l'establiment de noves connexions.

Material:

- un full de càlcul (o la seva versió en pantalla) per mostrar les dades que s'han de calcular; calculadores de butxaca o de telèfons mòbils.

Enllaços útils: Les següents Earthlearningidees us ajudaran a posar el treball de Lyell en perspectiva amb el dels altres geòlegs de finals del segle XVIII i principis del XIX:

- Esbrinant l'edat de la Terra – anant enrere mentre el temps avançava: Connecteu la línia del temps amb com els científics van calcular l'edat de la Terra, http://www.earthlearningidea.com/PDF/141_Catalan.pdf
James Hutton – o “Mr. Rock Cycle”? - Pensar el cicle de les roques a la manera de James Hutton, http://www.earthlearningidea.com/PDF/93_Catalan.pdf

La descripció de Bob White del debat sobre l'Edat de la Terra pot resultar útil per als alumnes més avançats. Es pot trobar al Faraday Paper No. 8 a: http://www.st-edmunds.cam.ac.uk/faraday/resources/Faraday%20Papers/Faraday%20Paper%208%20White_EN.pdf

Font: La versió més recent d'aquesta activitat és “Ràfegues del passat 9: La durada del temps geològic – Charles Lyell i el Mont Etna”, *Teaching Earth Sciences* (2017) Vol 42.1. L'enfoc original va ser descrit per Peter Whitehead a *Geology Teaching* (1982) Vol 7.3, pp. 100-101. Les dades originals sobre les que es basa aquest exercici van ser publicades per Wadge, G., Walker, G. i Guest, J. (1975) “El resultat del volcà Etna”. *Nature* 255, pp. 385-387.

© **L'Equip d'Earthlearningidea.** L'equip d'Earthlearningidea produeix periòdicament una idea didàctica de baix cost, amb els mínims recursos, per a educadors i professors de Ciències de la Terra a nivell escolar, amb una discussió online sobre cada idea per tal de desenvolupar una xarxa de suport global. "Earthlearningidea" té un finançament mínim i es produeix majoritàriament de forma voluntària.

No s'aplica el Copyright del material d'aquesta unitat si s'usa al laboratori o a l'aula. El Copyright de materials d'altres editors els segueix pertanyent. Qualsevol organització que vulgui usar aquest material haurà de posar-se en contacte amb l'equip d'Earthlearningidea.

Ens hem esforçat a localitzar i contactar els propietaris del copyright dels materials d'aquesta activitat i obtenir el seu permís. Si us plau, poseu-vos en contacte amb nosaltres si, tanmateix, creieu que s'ha vulnerat el vostre copyright: us agraïrem qualsevol informació que ens ajudi a actualitzar els nostres registres.

Si teniu dificultats per llegir aquests documents, si us plau, poseu-vos en contacte amb l'equip d'Earthlearningidea per obtenir ajuda.

