

Una attività di esplorazione sulla geocronologia assoluta

Vincenzo Boccardi

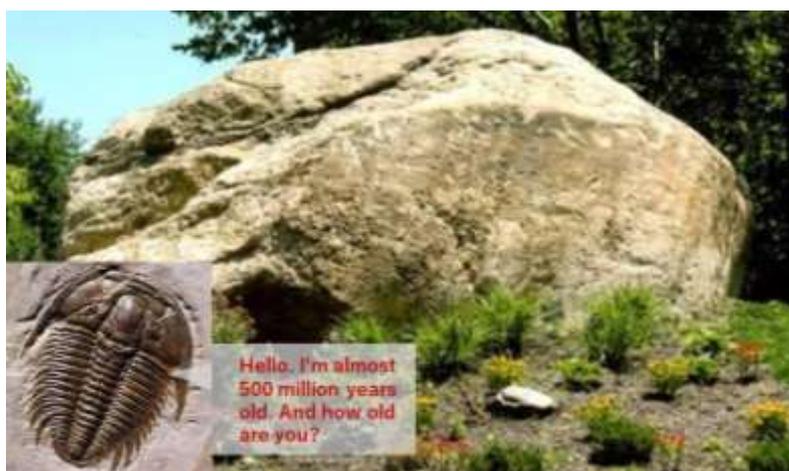
A volte, in particolare per le Scienze della Terra, è difficile pensare a semplici esperienze che possano aiutare a chiarire ai ragazzi i concetti chiave della disciplina.

In questo articolo, che segue quello sulla geocronologia relativa apparso sul Bollettino n. 60, proponiamo un esempio di attività che può essere facilmente svolta con i ragazzi, eventualmente anche a distanza. Essa, come la precedente, fa riferimento al metodo dell'*inquiry*, generalmente conosciuto con l'acronimo **IBSE** (*Inquiry Based Science Education*). Ci soffermeremo in particolare sulla fase dell'*explore*, proponendo un'attività sulla geocronologia assoluta. Essa è tratta dal libro di testo di scienze per la scuola media *Alla Scoperta!*, di Alfano, Boccardi, De Masi, Forni, edito da Fabbri Editore.

La geocronologia assoluta

La domanda da cui eravamo partiti nel precedente articolo era:

Come è possibile attribuire una precisa età a una roccia o a un fossile?



Un meme per introdurre la problematica della geocronologia

Nel precedente articolo a essa avevamo risposto dicendo che per ricostruire la successione dei principali avvenimenti avvenuti sulla Terra dalla sua formazione a oggi i paleontologi adoperano due criteri, un criterio di datazione **relativo** e uno **assoluto**. Mentre la datazione relativa consente solo di ordinare cronologicamente una serie di reperti, stabilendo chi si è formato prima e chi dopo, e collocando ognuno di essi in un determinato intervallo di tempo, il criterio di datazione assoluto permette invece di misurare l'età di una roccia in unità di tempo costanti (generalmente milioni di anni). Esso utilizza il **metodo radiometrico** che ricorre all'analisi di alcuni **isotopi radioattivi**, come l'uranio 238.

Immaginiamo di avere alcune fotografie dei momenti più significativi della vita di una persona: la nascita, il matrimonio, il primo giorno di scuola, il battesimo, il diciottesimo compleanno, la prima comunione, il giorno della laurea...

Col metodo relativo riusciamo semplicemente a disporre tali eventi in ordine cronologico, dal più antico (la nascita) al più recente (molto probabilmente il matrimonio).

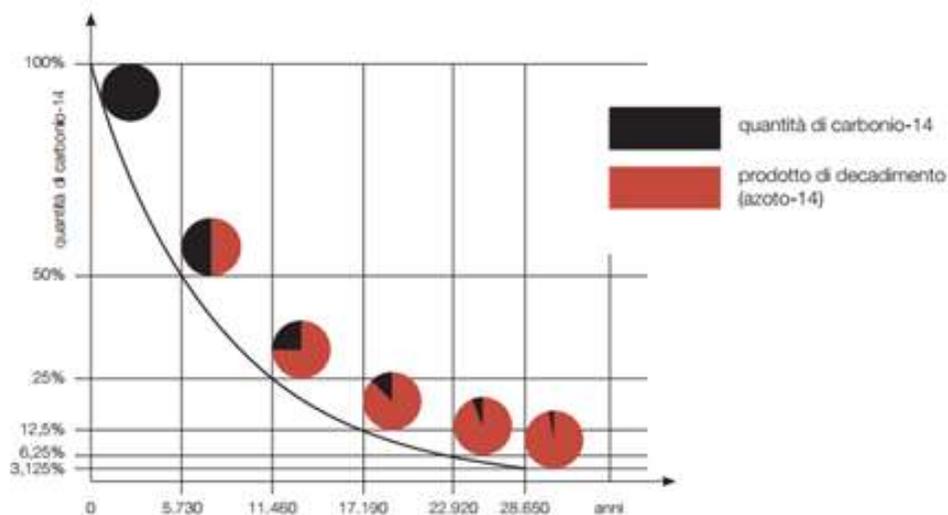
Col metodo assoluto siamo invece in grado di attribuire una data precisa a ciascuno di essi.

Si definiscono **isotopi** gli atomi con massa diversa di uno stesso elemento: essi hanno nel loro nucleo lo stesso numero di protoni ma presentano un diverso numero di neutroni. Mentre alcuni isotopi sono stabili, altri, gli isotopi radioattivi, per il loro elevato contenuto di energia, sono instabili e tendono spontaneamente a liberarsi dell'eccesso di energia sotto forma di radiazioni, trasformandosi in isotopi stabili, in un processo che è detto **decadimento radioattivo**.

Un isotopo instabile è un po' come una pallina situata sulla sommità di una superficie convessa: è in equilibrio instabile e tende a cadere per raggiungere una maggiore stabilità.
 Un isotopo stabile è invece come una pallina situata sul fondo di una superficie concava.



Il tempo che impiega la metà degli isotopi instabili a decadere si definisce **tempo di dimezzamento** ed è una costante caratteristica di ciascun isotopo. L'isotopo 14 del carbonio (instabile), ad esempio, si trasforma nell'isotopo 14 dell'azoto (stabile) ed ha un tempo di dimezzamento di circa 5.700 anni. Poiché col passare del tempo la quantità di carbonio 14 diventa progressivamente minore (dopo 5.700 anni sarà diventata la metà; dopo 11.400 la quarta parte, e così via) a un certo punto essa diventa troppo piccola e non è quindi più apprezzabile: è questo il motivo per cui il decadimento del carbonio 14 può essere utilizzato per datare oggetti che risalgono a non più di 40.000 - 50.000 anni fa ed è pertanto più importante in archeologia.

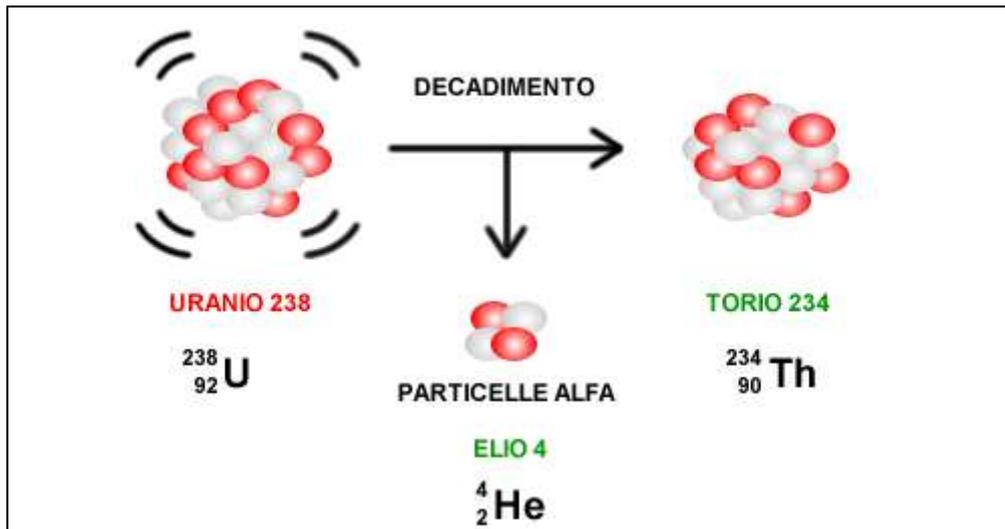


Decadimento del carbonio 14

In geologia, per datare rocce e fossili, sono invece adoperati isotopi radioattivi che hanno un tempo di dimezzamento molto più lungo: uno di questi è il **metodo del potassio-argo**, che si basa sul decadimento dell'isotopo 40 del potassio che si trasforma nell'isotopo 40 dell'argo con un tempo di dimezzamento di 1,3 miliardi di anni. Un'altra coppia di isotopi molto adoperata è quella dell'**isotopo 238 dell'uranio** che, attraverso una serie di reazioni, si trasforma nell'isotopo 206 del piombo con un tempo di dimezzamento di 4,5 miliardi di anni.

Decadimento dell'U-238





La prima reazione del decadimento dell'uranio 238 porta alla formazione del torio 234 con l'emissione di una particella α

Conoscendo il tempo di dimezzamento di un isotopo, misurando la **quantità di un elemento radioattivo ancora presente in una roccia** e la **quantità di elemento stabile** (risultante dal decadimento del primo), e calcolando il loro **rapporto** si può risalire, con opportune formule, all'età della roccia o del fossile.

Una condizione importante affinché i risultati ottenuti con il metodo radiometrico siano corretti è che il reperto da datare non abbia subito alcun tipo di alterazione, una condizione che molto difficilmente si verifica per i fossili. Per datare con relativa certezza un reperto è dunque utile usare i due metodi di datazione, relativa e assoluta, in modo incrociato.

Possiamo ora rispondere alla domanda che ci eravamo posti all'inizio, *"Quanti anni ha una determinata roccia o fossile?"*, concludendo che solo la datazione assoluta permette di attribuire con una precisa età al campione.

L'Explore: simuliamo il decadimento radioattivo

Il metodo radiometrico sfrutta il fenomeno del **decadimento radioattivo**: gli atomi radioattivi instabili si trasformano in atomi stabili.

Per questa esplorazione occorrono 50 monete da 10 centesimi, 50 bottoni tutti della stessa dimensione e una scatola con coperchio.

Nella simulazione ogni moneta rappresenta un atomo radioattivo instabile (per esempio l'isotopo 238 dell'uranio) e ogni bottone rappresenta un atomo stabile prodotto dal decadimento (per esempio l'isotopo 206 del piombo).

Posiziona le 50 monete sul fondo della scatola. Le monete devono avere tutte il lato "testa" rivolto verso l'alto. Chiudi la scatola con il coperchio. Agita la scatola per una volta. Nella simulazione, questa operazione rappresenta il trascorrere di un determinato periodo di tempo, diciamo 10 mila anni.





Togli il coperchio. Alcune monete ora rivolgono verso l'alto il lato "croce". Sostituisci le monete che mostrano la "croce" con altrettanti bottoni. Conta il numero di bottoni e di monete e riporta i dati richiesti nella tabella sotto.

Agitazioni della scatola	Numero di monete (atomi radioattivi)	Numero di bottoni (atomi stabili)
0	50	0
1		
2		
3		
4		
5		
6		
...		

Ripeti l'operazione più volte e registra i dati nella tabella. Termina la simulazione quando nella scatola saranno presenti unicamente bottoni.

Con i dati della tabella, crea un diagramma cartesiano. Nel grafico metti in ascissa il numero di agitazioni della scatola (tempo trascorso), in ordinata il numero di monete (atomi radioattivi). Unisci i punti con una linea curva. Dal grafico si può ricavare il **tempo di dimezzamento** delle monete, cioè dopo quante agitazioni (anni) all'interno della scatola sono rimaste 25 monete (la metà delle monete presenti inizialmente).

Bibliografia

Boccardi, V., "Alcuni "nodi epistemologici" centrali delle Scienze della Terra", Bollettino Sezione Campana A.N.I.S.N., 13, pag. 69-75, **1997**.

V. Boccardi, P. Mormile, *Scienze integrate*, testo di scienze per il biennio della secondaria di secondo grado, Cappelli Editore, **2018**

A. Alfano, V. Boccardi, E. De Masi, G. Forni, *Alla scoperta! Conoscere e sperimentare le scienze*, testo di scienze per la secondaria di primo grado, Volume 3, Fabbri Editore, **2019**.