

ATTIVITÀ: *ma quanto è antico quest'osso?*

LIVELLO SCOLARE: primo biennio della scuola secondaria di secondo grado

PREREQUISITI:

lettura e costruzione di grafici, concetti di base di statistica

modello atomico, nucleo atomico, neutroni, isotopi, tavola periodica

DESCRIZIONE:

Si tratta di un'attività didattica con laboratorio di simulazione che si colloca nel primo biennio della scuola media superiore.

In particolare ci si propone di studiare le caratteristiche dei fenomeni di decadimento radioattivo e di comprendere come possa essere usato nella datazione radiometrica di fossili e rocce vulcaniche.

Si utilizza una simulazione interattiva sulla datazione dei fossili, realizzata nell'ambito del progetto PhET™ dell'Università del Colorado, reperibile al link: <http://phet.colorado.edu/it/simulation/radioactive-dating-game>.

Schematicamente:

obiettivi specifici	fasi	metodologie	materiali didattici	tempi
Comprendere la necessità di una datazione dei fossili e delle rocce	<ul style="list-style-type: none">individuazione delle pre-conoscenzecostruzione del contesto di sensoattività di gruppo: ricerca di materiali sui metodi di datazione (<i>in classe o come compito a casa</i>)	brainstorming problem posing problem solving lavoro di gruppo	- questionario di ingresso a risposte aperte - letture - sitografia	30 min
Descrivere le principali tecniche di datazione				
Descrivere il processo di decadimento radioattivo	<ul style="list-style-type: none">esposizione dei materiali prodotti da ciascun gruppo e discussione intergruppo.	lavoro di gruppo mappe concettuali	- mappe prodotte dagli alunni	30 min
Identificare i tipi di reazioni nucleari usate per la datazione	<ul style="list-style-type: none">lezione frontale sul decadimento radioattivo e sulla datazione radiometrica.	lezione frontale con uso della LIM	- materiali per la presentazione	1h
Comprendere il concetto di tempo di dimezzamento	<ul style="list-style-type: none">lavoro di gruppo di laboratorio sulla simulazione (n.1): tempo di dimezzamento, tasso di decadimentoanalisi e discussione dei risultati ottenuti	lavoro di gruppo problem solving mappe concettuali	- scheda di lavoro per l'attività di laboratorio n.1	1h
Saper leggere le curve di decadimento				
Spiegare come funziona la datazione radiometrica	<ul style="list-style-type: none">Lavoro di gruppo di laboratorio sulla simulazione (n.2): misurazione e gioco della datazioneanalisi e discussione dei risultati ottenuti	lavoro di gruppo problem solving	- scheda di lavoro per l'attività di laboratorio n.2	1h
Identificare gli isotopi usati per datare i reperti e comprendere perché vengano usati elementi differenti per datare oggetti diversi	<ul style="list-style-type: none">Organizzazione e realizzazione di un seminario conclusivo	lavoro di gruppo	- presentazione prodotta dagli alunni	1h
Usare le percentuali misurate di un isotopo presenti in un oggetto per stimare la sua età	<ul style="list-style-type: none">test di uscita		- questionario di uscita a risposte aperte	1h

RISORSE

➤ Questionario di ingresso

Data: Classe: Alunno/a:

- Descrivi il modello atomico che hai studiato.

.....
.....
.....

- Cosa sono i neutroni?

.....
.....

- Cosa sono gli isotopi?

.....
.....

- Cosa significa il 14 nel $^{14}\text{C}_6$?

.....

- Quanti protoni e quanti neutroni ha il $^{14}\text{C}_6$?

.....

- Quanti protoni e quanti neutroni ha l' $^{238}\text{U}_{92}$?

.....

- Secondo te perché è importante stabilire l'età di un reperto antico (un osso, un tessuto, un fossile, una roccia, ecc.)?

.....
.....
.....

- Secondo te come fanno gli studiosi a valutare l'età di un fossile o di una roccia?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Attività di laboratorio n.1

Scheda di lavoro

Data:

Classe:

Gruppo:

- Scopo dell'attività: *comprendere il significato del tempo di dimezzamento e delle curve di decadimento radioattivo*
- Procedimento:

PRIMA PARTE

Selezionare la simulazione *tempo di dimezzamento* nel menù a tendina nella parte superiore dello schermo.

- 1) Selezionate l'isotopo ^{14}C nel lato destro dello schermo. L'emivita del ^{14}C è circa 5700 anni.
 - Se ci sono 10 atomi, dopo 5700 anni quanti atomi vi aspettate che siano già decaduti?
 - Che percentuale del numero di atomi iniziali rappresenta?

Premendo il pulsante *aggiungi 10* sotto il cesto degli atomi, compaiono 10 atomi nella schermata. Osservate attentamente il grafico superiore e cosa succede nella schermata.

 - Tutti gli atomi decadono allo stesso tempo?

Potete fermare e far ripartire la simulazione con i pulsanti in basso e seguire la variazione numerica sul grafico a torta in alto a sinistra.

 - Quanti atomi sono decaduti entro il tempo di dimezzamento?
 - Che percentuale è?

Premete *ripristina tutti i nuclei* e ripetete più volte.

 - Cambia qualcosa?
 - Era corretta la vostra previsione?
- 2) Premete ripetutamente il pulsante *aggiungi 10* fino ad ottenere 50 atomi di ^{14}C e valutate nuovamente la percentuale di atomi decaduta entro il tempo di dimezzamento.
 - Era corretta la vostra previsione questa volta?
 - Ripetete con 100 atomi di ^{14}C
 - Era corretta la vostra previsione questa volta?
 - In generale, aumentando la dimensione del campione, cosa cambia?
 - Il cambiamento della dimensione del campione influenza il tempo di dimezzamento?.....
- 3) Considerate ora l' $^{238}\text{U}_{92}$ selezionandolo sul lato destro della schermata. Il tempo di dimezzamento dell' $^{238}\text{U}_{92}$ è circa 4,5 miliardi di anni. Ripetete quanto fatto con il ^{14}C , calcolando la percentuale di atomi decaduta nel tempo di dimezzamento.
 - Che cosa potete osservare?

4) Considerate l'elemento radioattivo ignoto, selezionandolo nella parte destra dello schermo. Non conosciamo il suo tempo di dimezzamento e sul grafico potete muovere la freccia verde per individuarlo.

- Scrivete una procedura per riuscire a determinarlo.

.....
.....
.....

- Stimare il tempo di dimezzamento di questo elemento.

SECONDA PARTE

Selezionare la simulazione *tasso di decadimento* nel menù a tendina nella parte superiore dello schermo.

5) Scegliete l'isotopo ^{14}C a destra dello schermo. Il cursore sul contenitore consente di variare il numero di atomi che vogliono osservare. Aggiungete dei nuclei alla simulazione e osservate cosa succede.

- Cosa rappresentano le palline rosse?
- E quelle blu?
- Cosa è rappresentato nel grafico nella parte inferiore dello schermo?

.....
.....
.....

- Che succede nel grafico in corrispondenza del tempo di dimezzamento?

.....
.....

6) Spostate il cursore fino al valore massimo. Appariranno 1000 nuclei radioattivi sullo schermo. Usate i pulsanti in basso sullo schermo per controllare il decadimento.

- Riportate il numero di atomi decaduti dopo un tempo di dimezzamento e calcolate la percentuale rispetto al numero totale:
- Fate proseguire la simulazione e cercate di stimare la percentuale di atomi decaduti dopo due tempi di dimezzamento :
- Che percentuale degli atomi rimasti dopo il primo tempo di dimezzamento non è ancora decaduto?
- Fate proseguire la simulazione e cercate di stimare la percentuale di atomi decaduti dopo tre tempi di azzeramento :
- Che percentuale degli atomi rimasti dopo il secondo tempo di dimezzamento non è ancora decaduto?

.....
.....

7) A questo punto ripetiamo quanto fatto per il ^{14}C con l' ^{238}U . Sul lato destro dello schermo, selezionare ^{238}U . Procedendo come nel caso precedente, rispondete alle seguenti domande:

- dopo un tempo di dimezzamento (4,5 miliardi di anni), che percentuale rimarrebbe dell'uranio originale?
- dopo due tempi di dimezzamento (9 miliardi di anni) che percentuale rimarrebbe dell'uranio originale?
- dopo tre tempi di dimezzamento (13,5 miliardi di anni) che percentuale rimarrebbe dell'uranio originale?
- Supponete di aver trovato una roccia e di aver misurato che ha la stessa quantità di ^{206}Pb e di ^{238}U . Che cosa potete concludere sull'età della roccia?

.....
.....

8) In base a quanto osservato, spiegate cosa avete capito del tempo di dimezzamento di un isotopo.

.....
.....
.....
.....
.....

Attività di laboratorio n.2

Scheda di lavoro

Data:

Classe:

Gruppo:

➤ Scopo dell'attività: *imparare ad applicare quanto appreso nella datazione di fossili e rocce vulcaniche*

➤ Procedimento:

PRIMA PARTE

Selezionare la simulazione *misurazione* nel menù a tendina nella parte superiore dello schermo.

1) Selezionate *albero* nel lato destro dello schermo.

- Quale metodo di indagine dovete selezionare nel riquadro nero in alto a sinistra?
- Perché?

Selezionate la variabile % nel grafico. Premete *pianta dell'albero* in basso. L'albero cresce e vive per circa 1200 anni, poi muore e inizia il decadimento radioattivo. Lasciate scorrere il tempo e osservate il grafico sullo schermo.

- Secondo il grafico, qual è la percentuale di ^{14}C nell'albero mentre è vivo?
- Secondo il grafico, approssimativamente da quanti anni è morto l'albero quando la percentuale del ^{14}C è scesa al 50%?
- Secondo il grafico, approssimativamente da quanti anni è morto l'albero quando la percentuale del ^{14}C è scesa al 25%?
- Quale percentuale di ^{14}C rimarrà dopo 2000 anni?
- E dopo 10000 anni?

2) Selezionare *roccia* sul lato destro dello schermo.

- Che metodo di indagine dovete selezionare nel riquadro nero in alto a sinistra?
- Perché?
- Fate una previsione. Se in un'eruzione si producessero delle rocce vulcaniche, quale percentuale di ^{238}U rimarrebbe dopo 4,5 miliardi di anni?
- E dopo 9 miliardi di anni?
- E dopo 13,5 miliardi di anni?

Premete *vulcano in eruzione* per iniziare il processo di creazione di una roccia vulcanica; il decadimento radioattivo inizia quando si è raffreddata. Osservate il grafico in alto sullo schermo.

- Controllate le vostre previsioni. Erano corrette?

SECONDA PARTE

Selezionare la simulazione *gioco della datazione* nel menù a tendina nella parte superiore dello schermo.

Ora che abbiamo compreso il decadimento radioattivo e i tempi di dimezzamento, possiamo usarli per determinare quanto sono antiche le rocce o i fossili. Trascinate il rivelatore su diversi oggetti sopra o sotto la superficie della terra. Il rivelatore ci dice che percentuale dell'isotopo prescelto originale è ancora nella roccia o nel fossile. Si può misurare il ^{14}C o l' ^{238}U , a seconda di quale è adatto per il reperto che vuoi datare. Il grafico nella parte alta dello schermo va usato per individuare il tempo corrispondente alla percentuale di isotopo residuo e poi utilizzare il tempo indicato per stimare l'età della roccia o del fossile.

Esempio: trascinate il rivelatore sull'albero morto a destra della casa. Il rivelatore segna che la percentuale di ^{14}C rimasta nell'albero morto è il 97,4%. Spostate la freccia verde sul grafico fino alla posizione corrispondente alla percentuale di ^{14}C corrispondente alla lettura del rivelatore. In corrispondenza di questo valore, il tempo risulta essere 214 anni. Scrivete questo numero nella casella età stimata e premete *controlla l'ipotesi*. Se viene fuori una faccina verde sorridente significa che avete fatto una stima corretta.

3) Cercate di ripetere il processo sopra descritto per tutti gli oggetti presenti. Nei fossili più antichi il ^{14}C non è più rivelabile e quindi si può provare a determinare indirettamente la loro età basandosi sull'età delle rocce (determinata con l' ^{238}U) eventualmente presenti nel loro stesso strato. Per alcuni oggetti, non possiamo utilizzare né il ^{14}C né l' ^{238}U . In quel caso selezionate *personalizza* nel riquadro in alto a sinistra e utilizzate un isotopo che riesca a dare una percentuale diversa da zero sul rivelatore.

- Compilate la seguente tabella:

strato	oggetto	Metodo di indagine utilizzata	Età stimata
superficie	Albero vivo (grande)		
	Albero vivo (piccolo)		
	casa		
primo strato (più recente)	osso		
	Tazza di legno		
	Cranio umano		
secondo strato	Cranio umano		
	Lisca di pesce		
terzo strato	Pesce fossile		
	Roccia 1		
	Cranio di dinosauro		
quarto strato	Roccia 2		
	trilobite		
quinto strato (più antico)	Roccia 3		
	Roccia 4		
	Roccia 5		

4) Rispondete alle seguenti domande:

- Come decidete quale isotopo usare tra ^{14}C e ^{238}U ?

.....

- Perché non possiamo usare il ^{14}C per datare le rocce?

.....

- Perché né il ^{14}C né l' ^{238}U non possono essere usati per datare il pesce fossile o il cranio di dinosauro?

.....

- spiegate come avete ottenuto l'età del pesce fossile.

.....

- Secondo voi, perché per ogni oggetto ci sono diverse risposte accettabili?

.....

- Cosa potete osservare confrontando le datazioni dei reperti nello stesso strato?

.....

- Secondo te in quali casi e perché gli scienziati non usano tecniche di datazione radiometrica sui reperti? .

.....

.....

.....

.....

➤ Questionario di uscita

Data: Classe: Alunno/a:

- 1) Spiega cosa significano i termini decadimento radioattivo e radioattività.
- 2) Quali sono i principali tipi di decadimento radioattivo e in che cosa differiscono?
- 3) Che tipo di reazione avviene al ^{14}C ? Quali sono il numero di massa Z e il numero atomico A del nucleo prodotto e a quale elemento appartiene?
- 4) Che tipo di reazione avviene al ^{238}U ? Spiega di che si tratta.
- 5) Partendo con 100 atomi di ^{14}C , quanti vi aspettate di trovarne dopo un tempo di dimezzamento? E dopo 2 tempi di dimezzamento? E dopo 3 tempi di dimezzamento?
- 6) L'isotopo ^{32}P ha un tempo di dimezzamento di 14 giorni. Quanti giorni sono necessari perché il campione originario si riduca a $\frac{1}{4}$ della quantità iniziale?
- 7) L'isotopo ^{131}I ha un tempo di dimezzamento di 8 giorni. Quanti grammi di ^{131}I rimangono di un campione di 4g dopo 24 giorni?
- 8) Utilizzando quello che hai appreso in quest'attività, spiega cos'è il tempo di dimezzamento.
- 9) Perché si utilizzano gli isotopi di alcuni elementi per stimare l'età di un reperto antico?
- 10) Perché vengono utilizzati diversi tipi di isotopi radioattivi per stimare l'età dei reperti antichi?
- 11) Quali sono i limiti dell'uso del ^{14}C nella datazione dei reperti? Come si superano queste limitazioni?
- 12) Quali sono i limiti della datazione con l' ^{238}U ?
- 13) In un negozio di antiquariato il commesso dice di avere una cintura di cuoio che apparteneva ad Alessandro Magno, intorno al 350 a.C. Con la datazione radioattiva trovate che la percentuale di ^{14}C rimanente è il 75%. La cintura può essere autentica? Spiega come sei arrivato alla risposta.
- 14) Se fossi un medico legale e trovassi un cadavere, potresti usare uno degli isotopi della simulazione su cui hai lavorato per trovare da quanto tempo è morta la persona? Spiega.
- 15) Utilizzando quello che hai appreso in quest'attività, spiega come si usa la datazione radiometrica per stimare l'età dei reperti.