

**ESPERIMENTI SEMPLICI
PER CAPIRE
UNA TERRA COMPLESSA**



7 L'età della Terra

Testo: Ángel F. Nieto Samaniego, Susana A. Alaniz Álvarez

Illustrazioni: Cecilia Nieto

Traduzione a cura di: Michelangelo Martini, Ana Diana
Esparza Herrera e Eomir Roel Antonio Solís

Universidad Nacional Autónoma del México

Enrique Luis Graue Wiechers
 Rettore

Leonardo Lomelí Vanegas
 Segretario Generale

William Henry Lee Alardín
 Coordinatore della Ricerca Scientifica

Jorge Volpi Escalante
 Coordinatore della Diffusione Culturale

Socorro Venegas Pérez
 Direttrice Generale delle Pubblicazioni e Sviluppo Editoriale

Lucia Capra Pedol
 Direttrice del Centro de Geociencias

Susana A. Alaniz Álvarez
Ángel F. Nieto Samaniego
Yadira H. Hernández Pérez
 Coordinatori della Serie

Ing. J. Jesús Silva Corona
 Design

Juan Carlos Mesino Hernández
 Formazione

Traduzione a cura di Michelangelo Martini, Ana Diana Esparza Herrera e
 Eomir Roel Antonio Solís

Prima edizione, 18 maggio 2021

D.R. © Universidad Nacional Autónoma de México
 Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México D.F.
 Centro de Geociencias
 Universidad Nacional Autónoma de México
 Boulevard Juriquilla núm. 3001, Juriquilla, Querétaro
 C.P. 76230, México
 ISBN (Collezione integrale) 978-607-02-9178-4
 ISBN in corso

Stampato in Messico

Questo libro non può essere riprodotto in tutto o in parte, con qualsiasi mezzo,
 elettronico o altro, senza l'autorizzazione scritta degli editori.



Indice

INTRODUZIONE

pagina 1

CALCOLI BASATI SULLE STORIE DELLA BIBBIA

Le leggi della Genetica

Esperimento 1. Probabilità di ereditare gli occhi chiari.

pagina 6

CALCOLI BASATI SUI FOSSILI

Esperimento 2. Specie che si estinguono.

pagina 10

CALCOLI BASATI SULLA PERDITA DI CALORE DELLA TERRA

Esperimento 3. Trasmissione del calore.

pagina 14

CALCOLI BASATI SULLA SALINITÀ DELL'ACQUA DI MARE

Esperimento 4. Dissoluzione, evaporazione e condensazione.

Esperimento 5. Cristallizzazione.

pagina 21

CALCOLI BASATI SUL REGISTRO GEOLOGICO

Esperimento 6. Qual è il comportamento di una miscela d'acqua e sedimento?

pagina 27

CALCOLI BASATI SULLA DISINTEGRAZIONE RADIOATTIVA IL CONTRIBUTO DI ERNEST RUTHERFORD

Esperimento 7. Collisioni tra atomi

Esperimento 8. Tempo di dimezzamento di una torta.

pagina 33

L'ETÀ DELLA TERRA OTTENUTA GRAZIE AGLI ELEMENTI RADIOATTIVI

pagina 35

RINGRAZIAMENTI

pagina 35

SUGLI AUTORI

pagina 36

A PROPOSITO DEI TRADUTTORI



INTRODUZIONE

Se un giorno ti capiterà di chiederti qual è l'età della Terra, come pensi di rispondere a questa domanda? In questo libretto, ti sveleremo come hanno cercato di rispondere degli illustri scienziati del passato. In generale, sono state impiegate due maniere diverse: una attraverso la quale si è trattato di ottenere l'età assoluta della Terra (in anni), e un'altra con la quale si è trattato di capire la sua età relativa (cioè se la Terra è più giovane o più vecchia di qualche altra cosa conosciuta).

Senza dubbio, la domanda "Qual è l'età della Terra?" è una delle più importanti e profonde che si sia fatta l'umanità. Nelle prossime pagine, ti presenteremo degli esperimenti che sono stati eseguiti nel passato e che, oltre ad aiutare a rispondere a questo grande interrogativo, hanno contribuito a rispondere anche a molte altre domande che sono sorte nel tempo. Inoltre, ti spiegheremo come realizzare alcuni di questi esperimenti che hanno reso famosi alcuni grandi personaggi della scienza.

CALCOLI BASATI SULLE STORIE DELLA BIBBIA

Dal II al XVII secolo d.c., sono stati effettuati vari calcoli per ottenere una stima approssimativa dell'età della Terra sulla base di quanto riportato dai testi della Bibbia. Forse il calcolo più famoso è stato quello realizzato nel 1650 dall'arcivescovo James Ussher, il quale ha sommato gli anni di vita di tutti i discendenti di Adamo fino ad Abramo. Conoscendo il periodo storico in cui è vissuto Abramo, e sommando gli anni di tutti i suoi predecessori, James Ussher calcolò che la Terra avrebbe dovuto avere un'età di 5994 anni. Ovviamente questa non è la reale età della Terra.

Però, perché non è possibile ottenere l'età della Terra in questo modo? Principalmente perché questa stima parte dal presupposto che Adamo si sia insediato sulla Terra il sesto giorno dopo che questa fu creata, mentre le scoperte geologiche, paleontologiche e radiometriche

successive a James Ussher (le quali verranno presentate più avanti in questo libretto) dimostrano indubbiamente che la Terra si è formata molti anni prima dell'apparizione dell'uomo.

Una delle prime evidenze scientifiche che dimostrano che la Terra è molto più vecchia di quanto suggerito da James Ussher è fornita dai fossili, i quali dimostrano che le forme di vita su di essa sono cambiate moltissimo nel corso del tempo. Di questo parleremo più avanti. Per poter capire bene come i fossili possano essere impiegati per determinare l'età della Terra, è necessario prima spiegare come e perché avviene il cambiamento delle forme di vita nel corso del tempo.

LE LEGGI DELLA GENETICA

Come possiamo sapere quali caratteristiche del nostro aspetto vengono ereditate dai nostri predecessori e quali no? Senza dubbio, uno degli esperimenti più importanti della scienza fu eseguito tra il 1865 e il 1866 dal monaco austriaco Gregor Mendel. Mendel realizzò il suo esperimento usando dei piselli, ed era intenzionato a scoprire quali caratteristiche si ereditano da una generazione all'altra. Potrebbe sembrare un esperimento semplice e, forse, anche un po' noioso, vero? Beh, in realtà con questo esperimento è nata la Genetica, che è la parte della Biologia che si occupa di studiare come si trasmettono le caratteristiche delle differenti forme di vita nel tempo.

Le caratteristiche fisiche degli esseri viventi sono la manifestazione del proprio patrimonio genetico e delle condizioni ambientali in cui questi vivono. Oggi sappiamo che una determinata caratteristica è associata a certi geni, e che alcuni di questi geni possono presentare delle forme alternative (o varianti) dette "alleli", i quali possono essere "dominanti" o "recessivi". Le caratteristiche associate agli alleli dominanti sono quelle che sempre si manifestano nelle forme di vita, mentre le caratteristiche associate agli alleli recessivi si manifestano solo in assenza di

alleli dominanti. Per esempio, il colore marrone degli occhi è considerata una manifestazione di certi alleli dominanti, mentre il colore azzurro si sa che è una caratteristica associata ad alleli recessivi. Per semplificare, consideriamo qui che il colore degli occhi dipenda da un solo gene. Allora, nel caso in cui i genitori trasmettono al figlio un allele dominante, costui avrà gli occhi marroni, e non importa se il suo patrimonio genetico contiene anche qualche allele recessivo. Al contrario, quando entrambi i genitori trasmettono esclusivamente gli alleli recessivi, il figlio avrà gli occhi azzurri. In questo modo, ti abbiamo svelato, in modo molto semplificato, il segreto dell'ereditarietà.

Il fatto di avere gli occhi marroni è quindi una questione di probabilità, cioè della probabilità che almeno un genitore trasmetta al figlio un allele dominante. Questo lo puoi osservare nella tabella seguente, dove si simula il caso in cui entrambi i genitori abbiano nel loro patrimonio genetico sia un allele dominante che uno recessivo:

		MAMMA (ereditò un allele da ogni genitore)	
		O (marrone)	X (azzurro)
PAPA' (ereditò un allele da ogni genitore)	O (marrone)	OO	OX
	X (azzurro)	XO	XX

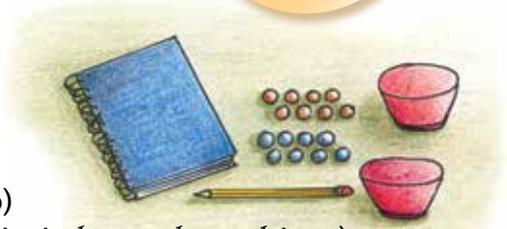
Nella tabella si vede che solamente tre caselle contengono il simbolo O. Cioè, esiste una casella che non contiene il simbolo O. Questo significa che, su quattro figli, solo uno avrà la probabilità di avere gli occhi azzurri.

ESPERIMENTO 1

La probabilità di ereditare gli occhi chiari

Materiali

- 1 quaderno
- 1 penna
- 8 biglie marroni (o di qualsiasi altro colore scuro)
- 8 biglie azzurre (o di qualsiasi altro colore chiaro)
- 2 recipienti



Procedimento

Simuliamo il caso dell'esempio menzionato anteriormente. In un quaderno costruisci una tabella con 20 caselle (puoi distribuire le caselle su quante file e colonne vuoi, come più ti piace). Supponiamo che le biglie marroni siano gli alleli dominanti (**occhi marroni**) e quelle azzurre i recessivi (**occhi azzurri**). In ogni recipiente metti 4 biglie marroni e 4 azzurre. Adesso, chiudendo gli occhi, estrai una biglia da uno dei recipienti. Se hai estratto una biglia marrone, fai una **O** nella prima casella della tabella; invece, se hai estratto una biglia azzurra, fai una **x**. Rimetti la biglia nel suo recipiente. Estrai un'altra biglia dal secondo recipiente e, d'accordo al colore che ti è toccato annota una **O** o una **x** nella stessa casella di prima. Ripeti questo procedimento fino a completare le 20 caselle, ognuna con 2 simboli. Ora conta quante caselle contengono **OO**, quante contengono **xx** e quante **Ox** o **xO**.

Osserva

La proporzione di caselle che contengono almeno una **O** rappresenta la probabilità di figli che hanno gli occhi marroni. Per esempio, se hai contato 16 caselle con una **O** vuol dire che, ogni 20 figli discendenti dagli stessi genitori, 16 avranno molto probabilmente gli **occhi marroni**. Visto che 20 è un numero un po' inusuale per i figli in



una famiglia, puoi fare una proporzione molto semplice e dire che, ogni 10 figli, 8 probabilmente avranno gli **occhi marroni** o, diminuendo ancora il numero dei figli totali a 5, che, ogni 5 figli, 4 avranno gli **occhi marroni**. Se ci pensi bene, tutti questi casi sono equivalenti.

Spiegalo

Le caratteristiche di una popolazione riflettono la maniera in cui i diversi individui che la compongono si sono mescolati, cioè la maniera in cui i loro geni si sono mescolati. È importante chiarire che, a differenza dell'esempio sul colore degli occhi, nel quale la caratteristica analizzata dipende semplicemente da un solo gene, esistono certe caratteristiche che sono determinate da un intero gruppo di geni, e quindi il calcolo della probabilità è molto più complesso. Un esempio di queste caratteristiche dipendenti da diversi geni è la statura delle persone.

Applicalo alla vita quotidiana

Gli esseri viventi sono molto diversi tra di loro e sappiamo che ereditano dai propri genitori gran parte delle caratteristiche che definiscono il loro aspetto, il carattere e la funzionalità del proprio corpo. Tutti sappiamo che esistono diverse razze di cani, gatti ed altri tipi di animali e piante. Per esempio, se vai al mercato, ti accorgerai che esiste una gran varietà di fagioli, patate, mele eccetera... Allo stesso modo, camminando per strada puoi renderti

conto che esistono differenze importanti tra i cani. Sappiamo molto bene che, se si accoppiano due cani della stessa razza, è molto probabile che i cuccioli che nascono avranno caratteristiche simili ai genitori.



Però non sempre questo accade. A volte succede che un cucciolo abbia un colore diverso o, in generale, qualche caratteristica fisica distinta. Anche se questo in un primo momento ti potrebbe sembrare strano, adesso che hai fatto l'esperimento sai molto bene perché succede.

CALCOLI BASATI SUI FOSSILI



Un fossile è una traccia di vita del passato, più precisamente di un passato di più di 10.000 anni fa. I fossili in se non possono dirci la loro età esatta. Però, in base alla loro posizione nelle rocce che li contengono, possiamo capire quali sono più antichi e quali più recenti. All'osservare la distribuzione dei fossili nelle rocce, si intuisce subito la gran quantità di tempo che deve essere passata affinché certe specie di esseri viventi siano completamente scomparse dal nostro pianeta. In certi casi, queste specie antiche sono scomparse semplicemente perché si sono evolute, cioè hanno cambiato con il tempo le loro caratteristiche. Charles Lyell, un antico studioso della natura, arrivò ad intuire che noi, nell'arco di tempo in cui viviamo, non osserviamo dei cambiamenti importanti e radicali negli esseri viventi che ci circondano. Perciò, la scomparsa di interi gruppi di esseri viventi del passato a causa della loro evoluzione deve essere un processo che si verifica in un periodo di tempo molto lungo, molto più lungo di quello che corrisponde alla vita dell'uomo.

ESPERIMENTO 2

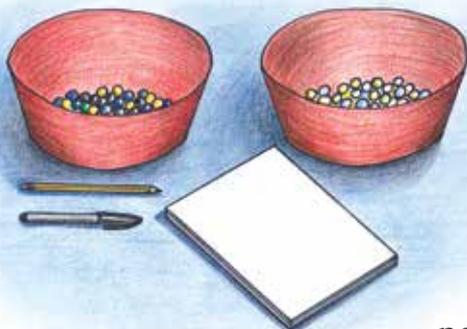
Specie che si estinguono

Materiali

-Un contenitore con 10 biglie di colore verde scuro, 10 di colore blu scuro, 10 arancione scuro e 10 nere.

-Un contenitore con 10 biglie trasparenti (senza nessun colore), 10 di colore azzurro, 10 giallo chiaro e 10 verde chiaro. Se non hai biglie di questi colori, puoi usare delle perline di plastica.

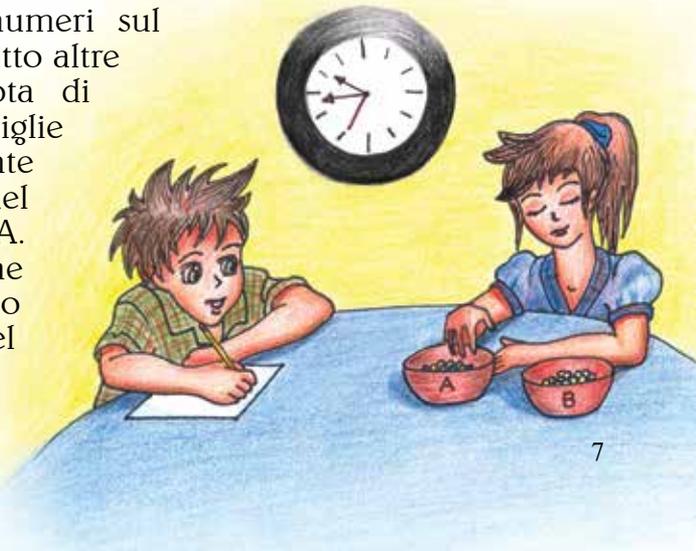
-Un foglio, una matita e un pennarello.



Procedimento

Fai con il pennarello una A sul contenitore con le biglie di colore scuro e una B su quello con le biglie di colore chiaro.

Con gli occhi chiusi, estrai una biglia dal contenitore B e mettila nel contenitore A. Dopo, mescola le biglie del contenitore A, estrane una ad occhi chiusi e mettila via. Ripeti questa operazione 5 volte e osserva quante biglie scure e quante chiare ci sono nel contenitore A. Annota questi numeri sul foglio. Ripeti il tutto altre 5 volte e annota di nuovo quante biglie scure e quante chiare ci sono nel contenitore A. Ripeti fino a che non finiscono le biglie nel contenitore B.



Osserva

Ti renderai conto che, poco a poco che esegui l'esperimento, il numero di biglie scure va diminuendo nel contenitore A, mentre quello delle biglie chiare va progressivamente aumentando. Ti accorgerai anche che alcune delle biglie scure (verdi, blu o di qualche altro colore) verranno eliminate prima di certe altre.

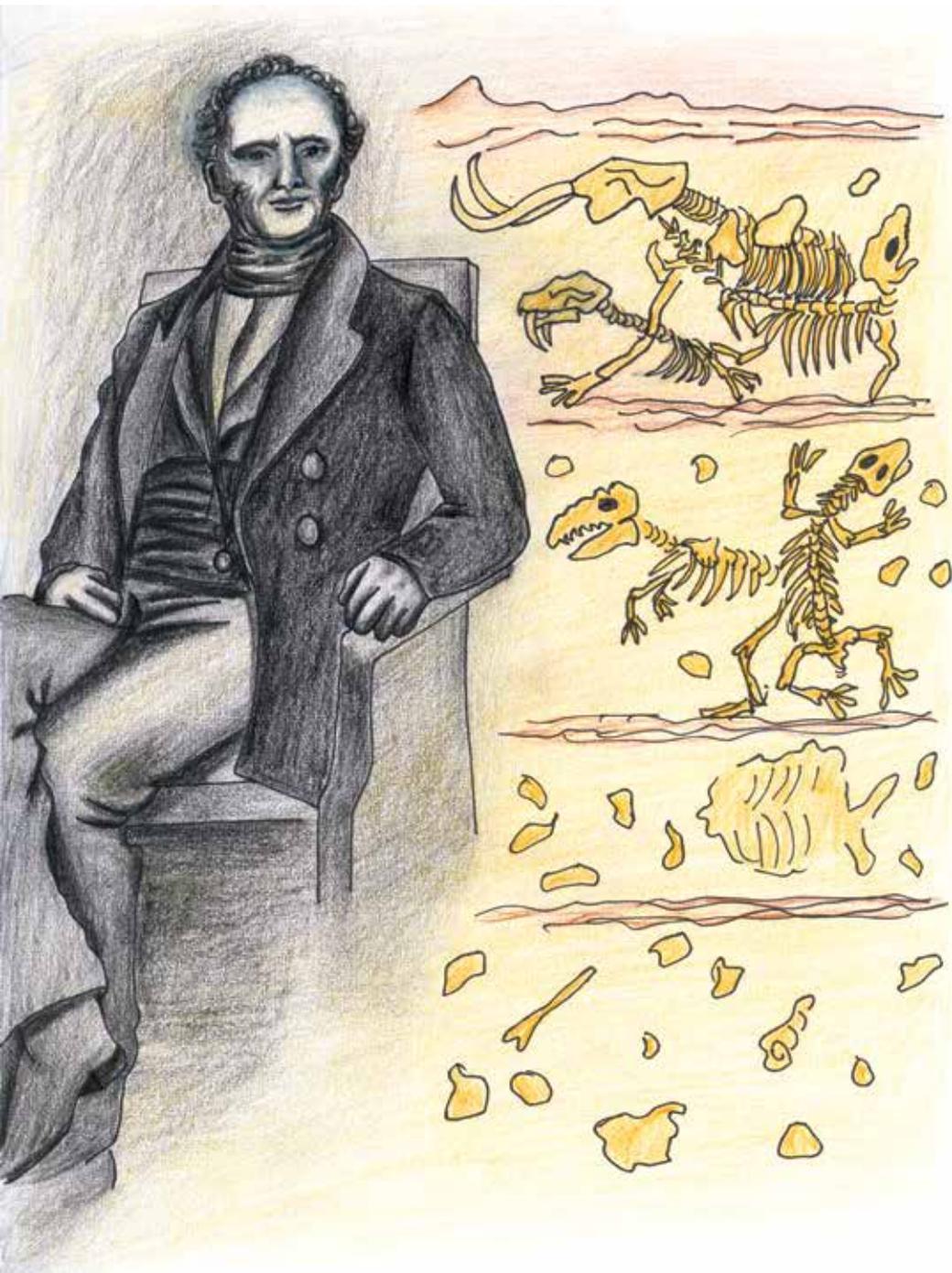
Spiegalo

In questo esempio, vediamo che la quantità di biglie scure va diminuendo poco a poco che si esegue l'esperimento. Vedendo ciò che succede, possiamo arrivare ad immaginare che, ad un certo punto, le biglie scure nel contenitore A finiranno del tutto. Se ogni volta che annotiamo il numero di biglie sul foglio, annotiamo anche l'ora esatta di quello stesso momento, ci accorgeremo che esiste una relazione inversa tra il tempo trascorso dall'inizio dell'esperimento ed il numero di biglie scure che rimangono nel contenitore A. Vedrai che la quantità di tempo necessaria affinché finiscano tutte le biglie scure nel contenitore A sarà sempre più grande poco a poco che il numero delle biglie scure diminuisce.

Ritrovalo in natura

All'osservare una successione di strati rocciosi, Charles Lyell si rese conto che, poco a poco che saliva verso gli strati superiori (i più giovani), iniziavano a scomparire le tipologie di fossili che erano tipiche degli strati inferiori (i più vecchi), essendo queste ultime sostituite progressivamente da altri tipi di fossili diversi. Vedendo questo, Lyell cominciò a pensare che, affinché una certa tipologia di fossile venisse completamente rimpiazzata da un'altra, dovesse passare davvero molto tempo, così come nel caso delle biglie scure dell'esperimento. Ordinando





i vari tipi di fossile in base a come questi appaiono e scompaiono nel registro roccioso, Lyell gettò le basi per costruire la Scala del Tempo Geologico, la quale ancora oggi rappresenta la base fondamentale della Geologia.

CALCOLI BASATI SULLA PERDITA DI CALORE DELLA TERRA



L'idea che la Terra sia stata nella sua fase iniziale una massa di materiale incandescente risale a molto tempo fa. Nel XVIII secolo, nel momento di massimo splendore delle scienze fisiche, diversi scienziati decisero che era il momento di provare a calcolare quanto tempo ci fosse voluto affinché la Terra si raffreddasse, fino ad arrivare allo stato termico attuale. In pratica, questi scienziati stavano cercando di capire qual era l'età della Terra. Uno di loro, forse il più famoso, era Georges Louis Leclerc, più conosciuto come Conte di Buffon. Nel 1779, Leclerc eseguì questo calcolo e stimò che il tempo trascorso dalla nascita della Terra fosse circa 75.000 anni. Successivamente, nel 1862, William Thomson, conosciuto anche come Lord Kelvin, realizzò un calcolo simile, però più dettagliato, ottenendo un'età che varierebbe tra 20 e 100 milioni di anni.

Perché non fu possibile ottenere l'età della Terra in questo modo? Principalmente perché in questi calcoli non vengono considerate molte cose importanti, come per esempio che la Terra contiene minerali radioattivi che producono calore, che il calore all'interno della Terra si trasmette anche per convezione (vedi il libro 3 di questa serie), che la crosta terrestre, cioè l'involucro più esterno del nostro pianeta, inibisce la perdita di calore e che lo spessore della crosta è aumentato progressivamente nel tempo, diminuendo così la capacità di dissipazione del calore della Terra. Inoltre, si era sottostimata molto la temperatura iniziale della Terra, considerando valori che oggi sappiamo essere molto inferiori a quelli che attualmente si ritrovano all'interno del pianeta.

ESPERIMENTO 3

Trasmissione del calore

Senza dubbio, avrai notato che i diversi materiali con cui siamo a contatto ogni giorno sembra spesso che abbiano temperature differenti. Questo perché, al toccarli, alcuni si sentono più freddi o caldi di altri. Questi materiali hanno davvero temperature diverse?



Materiali

- Materiali vari come la moquette, del legno, del metallo, la ceramica, il pavimento, del cartone, eccetera.
- Un termometro di superficie che possa misurare la temperatura in un intervallo tra 0 e 40°C.

Procedimento

Tocca con la mano i diversi materiali; poi, con il termometro misura la temperatura di ognuno.

Osserva

Anche se i diversi materiali hanno la stessa temperatura, al toccarli ti sembra che alcuni siano più freddi di altri.

Spiegalo

I materiali tendono ad avere tutti la stessa temperatura dopo un po' di tempo che si trovano in uno stesso ambiente.

Questo lo puoi verificare semplicemente quando





mangi la minestra; se te l'hanno appena servita nel piatto, sicuramente la lascerai riposare qualche minuto prima di mangiarla, per farla raffreddare. Questo significa che la minestra tende a raggiungere poco a poco la temperatura dell'ambiente in cui si trova. Un altro esempio lo puoi trovare

quando togli una bottiglia di succo di frutta dal frigorifero; con il tempo, il succo si scaldereà ed arriverà ad una temperatura simile a quella dell'ambiente circostante. Se la minestra e il succo fossero in una stessa stanza, questi raggiungerebbero dopo un certo tempo la stessa temperatura.

Considera ora che la temperatura del corpo umano è di circa 36.5°C . Invece, la temperatura dell'aria in un giorno primaverile è di circa 26°C ; quindi, tutti gli oggetti in contatto con quest'aria primaverile tenderanno a raggiungere questa stessa temperatura. Questo vuol dire che gli oggetti saranno più freddi del tuo corpo. Il fatto che alcuni oggetti ti sembrano più freddi di altri al contatto è dovuto alla loro capacità di condurre il calore, proprietà che prende il nome di conduttività termica. La moquette è un materiale con una conduttività termica bassa, per questo la tua pelle in contatto con essa non potrà trasmetterle rapidamente il tuo calore e, per questo, non la sentirai fredda. Al contrario, i metalli sono i migliori conduttori di calore e, al toccarli, il tuo calore si trasmette molto rapidamente ad essi, provocando la sensazione di freddo.



Applicalo alla vita quotidiana

Quando servi il cibo in tavola in una giornata molto fredda, questo si raffredderà molto rapidamente, perché il piatto sarà alla stessa temperatura dell'ambiente circostante e, quindi, sarà freddo. Se vuoi che il cibo non si raffreddi così rapidamente, dovrai riscaldare un po' il piatto prima di servirlo.

Per alleviare una parte del corpo slogata o lesionata, è molto comune applicarvi un oggetto molto freddo, come del ghiaccio, o uno molto caldo, come una borsa d'acqua calda. Se appoggi la borsa direttamente sulla pelle, il cambio di temperatura così brusco potrebbe provocarti un'ustione. Per fare in modo che questo non accada, dovrai usare un fazzoletto o uno straccio di stoffa da mettere tra la pelle e la borsa. Dato che la conduttività della stoffa è piuttosto bassa, il cambio di temperatura sul tuo corpo avverrà in modo molto lento, e senza provocarti alcun danno.

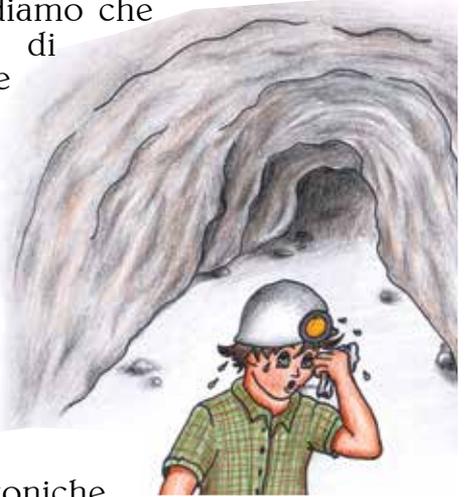
Tabella. Conduttività termica di alcuni materiali rispetto a quella dell'aria:

Aria	1
Legno	6
Acqua	24
Vetro	30-40
Granito	130
Acciaio inossidabile	600
Rame	16 000

Ritrovalo in natura

Dentro di una miniera sotterranea si sente molto caldo. Questo si deve a che, scendendo in profondità, la temperatura delle rocce è più alta. Se potessimo andare sempre più in profondità, si raggiungerebbero delle temperature che superano i 100°C. Questo calore interno della Terra viene usato per produrre energia elettrica nei cosiddetti "campi geotermici". Si tratta di una forma di energia pulita.

Quando un corpo cambia il suo stato termico, questo sperimenta subito molti cambiamenti; uno dei più importanti è un cambiamento nel proprio volume e, perciò, nella propria densità. Ricordiamo che sono proprio le differenze di densità che fanno in modo che i fluidi si muovano (leggilo nei libri 3 e 4 di questa serie). In realtà, molte delle correnti che si verificano nel nostro pianeta sono il risultato della trasmissione di calore da un corpo a un altro, come per esempio le correnti d'aria, le correnti marine e pure le correnti nel mantello terrestre che provocano il movimento delle placche tettoniche.



CALCOLI BASATI SULLA SALINITÀ DELL'ACQUA DI MARE



L'acqua di mare è salata, e questo lo sappiamo tutti. Però, sai perché è salata? È salata perché i fiumi che sfociano nel mare trasportano in soluzione dei sali, i quali sono il risultato del processo di dissoluzione delle rocce che questi grandi corsi d'acqua hanno incontrato lungo il loro cammino. A sua volta, l'acqua dei fiumi proviene principalmente dal mare; più precisamente, è il prodotto dell'evaporazione dell'acqua di mare per effetto della radiazione solare. L'acqua che evapora dal mare forma le nuvole, le quali si condensano e producono le minute goccioline d'acqua che formano la pioggia. L'acqua della pioggia, attraverso i fiumi, torna ancora una volta al mare, dove evaporerà di nuovo iniziando un nuovo ciclo. Durante ogni ciclo, i fiumi trasportano al mare un po' di sali disciolti nell'acqua. Questo fa sì che, poco a poco, ciclo dopo ciclo, il mare diventi sempre un po' più salato.

Adottando questa premessa, molti scienziati hanno tentato di stimare l'età della Terra cercando di calcolare

in quanto tempo il mare ha acquisito la salinità attuale. Tra di questi, John Joly cercò di calcolare l'età della Terra assumendo che, in un principio, l'acqua dei suoi mari fosse completamente dolce. Calcolò la quantità di sale trasportata al mare in un anno da tutti i fiumi attuali del mondo e, misurando la salinità attuale del mare, arrivò alla conclusione che la Terra avrebbe dovuto avere circa 89 milioni di anni.

Perché non è stato possibile ottenere l'età reale della Terra con questo metodo? In realtà, quello che ha calcolato Joly è l'età dei mari attuali della Terra. Erroneamente, Joly pensò che questi mari siano stati sempre presenti sulla Terra così come oggi; invece sappiamo che non è così. Inoltre, oggi sappiamo che la superficie dei continenti è cambiata enormemente nel corso della storia della Terra, e che quindi la quantità di sali che i fiumi hanno trasportato al mare nel passato non è uguale a quella attuale.

ESPERIMENTO 4

Dissoluzione, evaporazione e condensazione

Materiali

- Una piccola pietra (o qualsiasi altro oggetto pesante)
- Due recipienti, uno piccolo e uno grande
- Un bicchiere trasparente
- Della pellicola trasparente per alimenti
- Dello scotch
- Dell'acqua
- Un po' di sale



Procedimento

Aggiungi qualche cucchiaino di sale a dell'acqua in un bicchiere, fino a che il sale non riesca più a sciogliersi. Capirai che il sale non si scioglie più quando vedrai che, pur agitando l'acqua col cucchiaino, inizia a depositarsi in fondo al bicchiere.



Ora versa il contenuto del bicchiere nel recipiente grande. Metti nel centro del recipiente grande il recipiente piccolo. Copri entrambi i contenitori con la pellicola trasparente, fissando quest'ultima al bordo del contenitore grande con dello scotch.



A d e s s o appoggia la pietra sulla pellicola, proprio sopra il contenitore piccolo. Vedrai che la pellicola acquisirà una forma conica, con il vertice del cono puntando esattamente verso il recipiente piccolo. Metti tutto sotto i raggi del sole e lascialo lì per un po' di tempo.



Affinché l'esperimento funzioni in modo corretto, è necessario che l'angolo di inclinazione del cono sia grande.

Se non riesci a formare un cono con un lato molto inclinato, puoi variare l'esperimento usando dei recipienti di metallo e mettendoli sulla stufa a fuoco lento invece che al sole.





Osserva

Dopo un certo tempo, vedrai che il recipiente piccolo inizierà a riempirsi d'acqua. Puoi assaggiare un po' di quest'acqua e ti accorgerai che non è salata!

Spiegalo

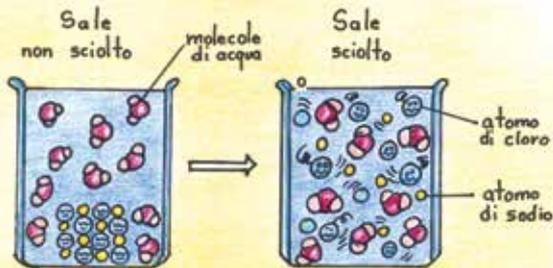
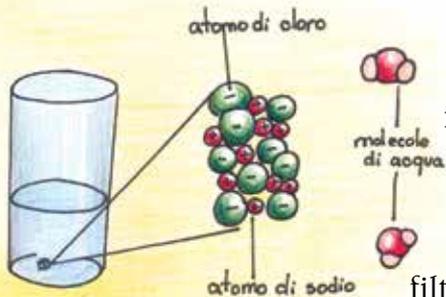
Ciò che hai fatto all'inizio dell'esperimento si chiama dissoluzione. La dissoluzione è il processo per cui una sostanza (il sale), all'entrare in contatto con un'altra (l'acqua), si scioglie, cioè si scompone in particelle piccolissime delle dimensioni di atomi e molecole, si mescola con le particelle dell'altra sostanza. Nel caso del sale da cucina che hai usato nell'esperimento, questo è composto da atomi di cloro e di sodio, i quali sono uniti da delle forze atomiche che fanno sì che questi formino un materiale solido.

Quando versiamo il sale nell'acqua, quest'ultima riesce a scomporre progressivamente i cristalli di sale in atomi individuali di cloro e di sodio, i quali verranno poi dispersi tra le molecole d'acqua.

Anche se cerchi di filtrare l'acqua, non

riuscirai mai a separare il sale disciolto. Questo perché gli atomi di cloro e sodio sono troppo piccoli, e sono completamente mescolati con le particelle d'acqua. L'unica maniera per separare il sale è facendo evaporare l'acqua, proprio come nell'esperimento.

Ciò che hai fatto nell'esperimento è



convertire l'acqua in vapore (evaporazione), per poi farla tornare di nuovo acqua (condensazione). L'acqua evapora dal recipiente grande, ed il vapore che si forma condensa poi nel recipiente piccolo.

Applicalo alla vita quotidiana

Dissolvere è una delle cose che più frequentemente facciamo in casa. Per esempio, mettiamo lo zucchero nel caffè e usiamo il sale per condire certi alimenti. Un altro



esempio è quando mescoliamo del sapone o del cloro in un secchio d'acqua quando puliamo i pavimenti. Sono tutti processi di dissoluzione. Molti alimenti e anche

certe medicine si basano sulla dissoluzione.

Anche se ti può sembrare strano, il processo di dissoluzione avviene anche tra solidi. Per esempio, è il caso dei vetri colorati o di certi metalli, come l'acciaio e i metalli cui si fanno le monete e i gioielli d'oro. Come vedi, sono davvero molte le cose che si ottengono con la dissoluzione.

Ritrovalo in natura

In natura ci sono innumerevoli esempi di dissoluzione. Basta considerare l'acqua del mare, l'aria, il sangue, il sudore e la linfa delle piante. Prenditi un po' di tempo per pensare a quali cose della vita comune implicano il processo di dissoluzione; vedrai che lo ritroverai dappertutto.

ESPERIMENTO 5

Cristallizzazione

Materiali

- Un bicchiere trasparente
- Un legnetto o una matita
- Un filo
- Dell'allume o del sale



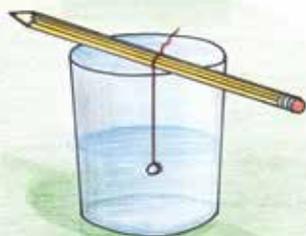
Procedimento



Dissolvi dell'allume (o del sale) in un recipiente con dell'acqua tiepida, fino a che questo non riesca più a dissolversi.

Lega un estremo del filo alla parte centrale del legnetto, mentre all'altra estremità lega un pezzetto del cristallo di allume.

Dopo, immergi il cristallo di allume nell'acqua, con il legnetto appoggiato sul bordo del recipiente. Puoi fissare il legnetto al recipiente con dello scotch. Metti via il recipiente in un posto secco e dove non ci sia polvere.



Osserva

Potrai vedere che il cristallo di allume cresce giorno dopo giorno. Se sei fortunato, il cristallo crescerà fino ad essere così grande che potrai vedere le sue facce luccicanti senza bisogno di una lente d'ingrandimento.

Spiegalo

Ricorderai che all'inizio dell'esperimento hai dissolto dell'allume nell'acqua, fino a che questo non riusciva a dissolversi più. Questo vuol dire che sei arrivato alla concentrazione massima di atomi di allume che quella

quantità di acqua potesse contenere; più di quella quantità, non ce ne sta più. Quello che hai creato è una soluzione satura.

L'acqua evapora poco a poco, facendo aumentare

la concentrazione di atomi di allume dissolti in essa. Questo fa sì che si

superi il limite di saturazione della soluzione, e che gli atomi di allume in eccesso inizino a depositarsi (a cristallizzare) sul cristallo, facendolo crescere giorno dopo giorno.



Applicarlo alla vita quotidiana

Nella nostra vita quotidiana, possiamo vedere frequentemente la cristallizzazione (il deposito) di sostanze diverse. Per esempio, nei punti di giunzione dei tubi dell'acqua, si vedono frequentemente delle macchie biancastre o giallastre. Queste stesse macchie appaiono a volte anche sui rubinetti del lavandino e della doccia e, in certe occasioni, anche in alcune parti delle pareti e dei pavimenti (soprattutto negli angoli) quando piove per molti giorni di seguito. Anche quando si fa bollire l'acqua per la pasta, sulla superficie interna della pentola si forma una linea bianca che corrisponde al livello originale dell'acqua. Tutti questi sono esempi di processi di cristallizzazione di sali, i quali sono originalmente disciolti nell'acqua e precipitano a causa dell'evaporazione. Questi sali che cristallizzano possono, col passare del tempo, rappresentare un gran problema, perché tappano poco a poco i tubi dentro i quali scorre l'acqua. È per questo che nel caso di certi elettrodomestici, come per esempio il ferro da stiro, si deve usare un'acqua speciale senza sali, affinché non si danneggino.

Ritrovalo in natura

Tutti sappiamo che il mare è salato. Il mare è un esempio di soluzione acquosa formata per la dissoluzione del sale nell'acqua. Il sale da cucina che tutti usiamo si ottiene, in molti casi, facendo evaporare l'acqua di mare. Nelle lagune

e in altri ambienti costieri, questo processo di evaporazione e cristallizzazione del sale occorre in modo naturale, senza bisogno dell'uomo. I depositi che ne risultano prendono il nome di salgemma. Il sale cristallizza in forma di piccoli cubetti di cloruro di sodio; questi cubetti sono dei veri e propri minerali chiamati "alite".

Anche certe rocce si formano per la precipitazione di sostanze disciolte in soluzione, come per esempio certi calcari e il travertino, i quali vengono spesso usati come materiali ornamentali in molti edifici pubblici, sicuramente li hai visti. Per esempio, il famoso Colosseo di Roma è stato costruito usando abbondantemente il travertino.

Esistono delle rocce che sono il risultato della precipitazione di sali per l'evaporazione naturale dell'acqua nel mare, nei laghi o nelle lagune; queste rocce si chiamano proprio "evaporiti". Come puoi vedere, il loro nome indica esattamente la loro origine.

Infine, su alcune bancarelle e in certe gioiellerie, avrai potuto vedere in qualche occasione alcune pietre molto belle ed eleganti come l'agata e l'onice. Queste sono formate da un minerale chiamato "calcedonio", il quale si forma per la precipitazione di un materiale chiamato silice.

CALCOLI BASATI SUL REGISTRO GEOLOGICO

Erosione e deposito dei sedimenti

Nel XV secolo, Leonardo da Vinci, all'osservare il fiume Po, si accorse che i sedimenti che si trovano sulle sue sponde si presentano in forma di strati, i quali si depositano uno sopra l'altro, anno dopo anno. Misurando lo spessore di questa pila di strati, e stimando attraverso prove empiriche la velocità con cui i sedimenti si depositano, Leonardo da Vinci è riuscito a calcolare il tempo necessario per formare la grande accumulazione di strati sulle rive del Po. In questo modo, Leonardo propose che, se uno strato di sedimenti si formava in 20.000 anni, allora gli strati





sottostanti formati anteriormente dovevano essere più vecchi di 20.000 anni.

L'acqua dei fiumi sempre scorre verso il mare e, al farlo, scava il proprio cammino sulla superficie della Terra. Al solcare la superficie della Terra, l'acqua erode le formazioni rocciose che attraversa. Più grande è l'inclinazione del versante su cui scorre il fiume, più grande sarà la forza erosiva dell'acqua. All'erodere, l'acqua si carica poco a poco di particelle grandi e piccole che derivano dalle rocce sottostanti. Inoltre, certe rocce si dissolvono, e arricchiscono l'acqua di certi atomi e molecole. Le particelle di roccia formano i sedimenti, i quali vengono trasportati in sospensione nella massa d'acqua; la presenza di atomi e molecole disciolte aumentano la salinità dell'acqua. Leonardo osservò che, quando l'acqua nei fiumi diminuisce molto la sua

velocità o, addirittura, ristagna come nelle pozzanghere, i sedimenti si depositano. L'erosione e il deposito dei sedimenti sono processi che sono stati usati molte volte per cercare di calcolare l'età della Terra. Per esempio, la velocità di erosione è un parametro che è stato impiegato da James Croll nel 1889, e attraverso il quale egli calcolò che ci vogliono circa 20.000 anni per erodere un metro di rocce sulla superficie della Terra. Estrapolando questo calcolo, stimò che la Terra dovesse avere un'età di circa 72 milioni di anni. Altri scienziati, invece, hanno cercato di misurare lo spessore dei sedimenti che attualmente presentano le rocce sedimentarie e metamorfiche del nostro pianeta, e hanno calcolato il tempo necessario affinché si raggiungesse tale spessore. Uno di questi, Arthur Holmes, nel 1913 stimò che la Terra dovesse avere un'età compresa tra 250 e 350 milioni di anni.

Perché non è stato possibile ottenere una stima corretta dell'età della Terra con questo metodo? Principalmente perché l'erosione è un processo molto variabile nel tempo e nello spazio. Inoltre, perché non esiste una successione di sedimenti che registri in modo continuo l'intero intervallo di vita della Terra.



ESPERIMENTO 6

Qual è il comportamento di una miscela d'acqua e sedimento?



Materiali

- Un recipiente
- Mezza tazza di amido di mais
- Un bicchiere riempito d'acqua per un quarto

Procedimento

Prima di tutto metti un dito nell'acqua e muovilo. Vedrai che riuscirai a muovere il dito facilmente, anche se esiste una certa resistenza al movimento. Questa resistenza è sicuramente superiore alla resistenza che senti quando agiti il dito nell'aria. Ora metti l'acqua nel recipiente e aggiungi un po' d'amido di mais, fino a che non ottieni una miscela piuttosto densa.



Osserva

Se fai riposare per un po' la miscela, l'amido di mais si comincerà a depositare sul fondo del recipiente, lasciando uno strato d'acqua nella parte superiore. Se poco prima che si separino l'amido e l'acqua colpisci con un po' di forza la superficie del recipiente, vedrai che la miscela si comporta come se fosse un solido.



Però, se metti un dito nella miscela e lo muovi



lentamente, questa si comporta come un liquido. Se metti un dito nella miscela e cerchi di estrarlo rapidamente, sentirai che il dito rimane intrappolato.

Spiegalo

Sia le particelle di roccia nei fiumi, che l'amido di mais nell'esperimento che hai realizzato, non si combinano chimicamente con le molecole d'acqua; rimangono invece sospese nella massa d'acqua. In questo esperimento vedrai che, ad un certo momento, le particelle in sospensione si depositano sul fondo. Questo processo si chiama sedimentazione, e il materiale che si deposita sul fondo prende il nome di sedimento.

Quando l'acqua non contiene particelle di sedimento in sospensione, questa si comporta come un liquido. Anche se riesce a muoversi e a fluire con molta facilità, l'acqua presenta una certa resistenza al movimento, la quale prende il nome di viscosità. La viscosità dell'acqua è costante, sia che questa si muova rapidamente o più lentamente. Quando, invece, l'acqua contiene particelle di sedimento in sospensione, si verifica un cambiamento molto importante. Infatti, in questo caso, la resistenza al movimento, cioè la viscosità, dipende dalla velocità con cui si muove la miscela. Quando questa si muove rapidamente, la sua viscosità diventa così alta che sembra che si comporti come un corpo solido. Se, invece, la miscela si muove lentamente, la sua viscosità è più bassa, e questa si comporta come un liquido.

Applicalo alla vita quotidiana

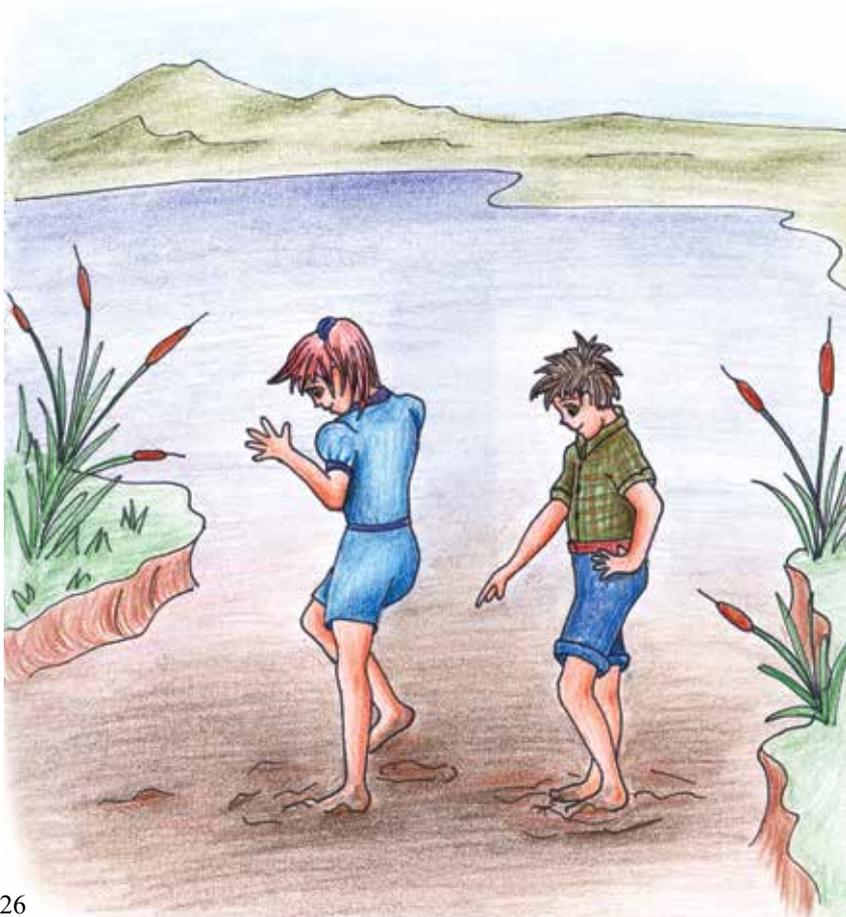
Molte cose che utilizziamo o mangiamo normalmente hanno particelle in sospensione, come per esempio la vernice, alcune medicine, certe salse e qualche succo di frutta.



È proprio per questo che è necessario agitarli prima di usarli, senno le particelle che contengono si sedimentano sul fondo.

Ritrovalo in natura

È piuttosto comune che ci sia del fango lungo i bordi dei laghi, dei fiumi, o delle grandi pozzanghere. Il fango non è altro che una miscela di particelle di sedimento e acqua, e quindi avrà un comportamento molto simile a quello della miscela del tuo esperimento. Se cammini rapidamente sul fango, sentirai che questo resiste molto bene al tuo peso. Invece, quando ti fermi, sentirai che comincerai a sprofondare. Stai attento a non lasciarci una scarpa; non sarà facile riprenderla.



CALCOLI BASATI SULLA DISINTEGRAZIONE RADIOATTIVA



Il contributo di Ernest Rutherford

Ernest Rutherford è stato uno dei fisici più importanti dell'inizio del XX secolo. Il suo contributo più famoso alla scienza è stato il modello dell'atomo, il quale prende il nome del suo scopritore. Rutherford propose che l'atomo fosse formato da una parte centrale molto piccola chiamata nucleo, il quale fosse a sua volta composto da particelle disposte molto vicine l'una all'altra. Propose anche che il nucleo fosse circondato da elettroni, i quali ruotano attorno al centro dell'atomo. Considerando la distanza tra il nucleo e gli elettroni, Rutherford suggerì che esistesse una gran quantità di spazio vuoto in ogni atomo. Rutherford propose il suo modello a partire dai risultati ottenuti nel 1909 dal suo giovane collega Hans Geiger e lo studente Ernest Marsden, i quali realizzarono un esperimento sotto la sua direzione.

A quei tempi, si credeva che l'atomo fosse come un dolce con dell'uvetta, formando una massa continua senza spazi vuoti. L'esperimento diretto da Rutherford consistette nel lanciare delle particelle molto piccole, chiamate "particelle alfa", su di una placca d'oro. La cosa interessante che notarono questi scienziati fu che, alcune particelle alfa rimbalzavano indietro come se collidessero contro qualcosa di molto duro e massiccio (il nucleo dell'atomo), mentre altre particelle attraversavano indisturbate la placca d'oro, o veniva solo leggermente deviata la loro traiettoria.

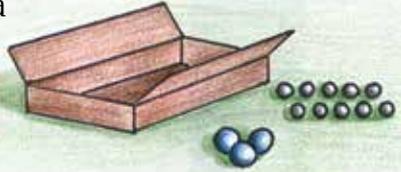


ESPERIMENTO 7

Collisioni tra atomi

Materiali

- Una scatola di cartone piccola
- Tre palline di gomma dura che abbiano un diametro di circa 3.5 cm (il diametro non deve essere per forza questo in modo esatto, prendi questo valore come un riferimento approssimativo)
- Dieci palline di polistirolo con un diametro di circa 0.5 cm (lo stesso di prima sul valore del diametro)



Procedimento

Togli due bordi esterni della scatola a piacere (come nella figura). Metti le 3 palline di gomma su una superficie piana e coprile con la scatola, in modo che non potrai più osservarle. Lancia una per una le palline di polistirolo, facendole passare dalla scatola attraverso di uno dei due bordi esterni che hai rimosso prima.

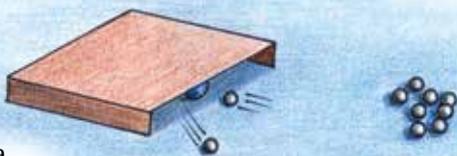
Osserva

Quando lanci le palline di polistirolo, alcune di queste rimbalzano indietro. Questo succede perché sotto la scatola ci sono particelle solide e massicce rappresentate dalle palline di gomma.



Spiegalo

Durante lo svolgimento dell'esperimento, non potrai vedere dall'esterno cosa c'è sotto la scatola



di cartone. Allo stesso modo, anche Rutherford e i suoi colleghi non potevano osservare la struttura atomica che componeva la placca d'oro, perché non avevano uno strumento che potesse ingrandire così tanto fino a vedere gli atomi. In un principio, questi scienziati credevano che gli atomi formavano una massa continua senza spazi vuoti, e che, perciò, al lanciare delle particelle molto massicce e veloci contro un materiale, queste avrebbero dovuto attraversarlo soffrendo solo una piccola deviazione della loro traiettoria. Come però abbiamo visto, questo non successe; infatti, alcune particelle rimbalzarono indietro.

Nel nostro esperimento, si osserva che, al lanciare le palline di polistirolo, alcune di queste rimbalzano indietro. Questo succede perché, sotto la scatola, ci sono delle palline di gomma che sono più grandi e più dure. Rutherford capì, senza essere necessario vedere direttamente la struttura atomica della placca d'oro, che gli atomi possiedono una parte interna massiccia (il nucleo), e così cambiò l'idea che si aveva fino a quel momento della struttura atomica.

Ritrovalo in natura

Si è osservato che, in alcuni atomi, il nucleo è soggetto ad un processo di disintegrazione spontanea, cioè che occorre senza l'intervento di fattori esterni. Al disintegrarsi, il nucleo emette delle radiazioni. Gli elementi che presentano questa proprietà si chiamano radioattivi. Anche se molti elementi naturali sono radioattivi, la loro concentrazione nella maggior parte dei materiali con cui abbiamo a che fare quotidianamente è veramente molto bassa. In certi casi, alcuni di questi elementi presentano delle concentrazioni un po' più elevate, come per esempio l'uranio, il quale viene usato a volte per produrre energia elettrica. Infatti, dato che la radioattività produce molto calore, questa è spesso usata per riscaldare grandi quantità

di acqua e produrre vapore, il quale può essere usato per attivare certe macchine chiamate turbine, le quali servono per produrre energia.

Tempo di dimezzamento e vita media degli atomi radioattivi

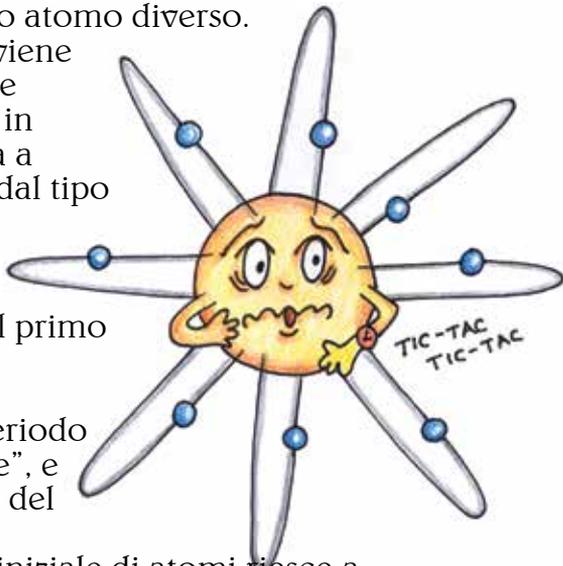
Negli atomi radioattivi, il nucleo si disintegra e l'atomo si trasforma in un altro atomo diverso.

Al succedere questo, viene emessa una radiazione di particelle. Il tempo in cui un atomo impiega a trasformarsi dipende dal tipo di atomo iniziale.

Questo tempo di trasformazione si misura in due modi. Il primo modo è conosciuto come il "tempo di dimezzamento", o "periodo di semidisintegrazione", e rappresenta la misura del tempo in cui la metà

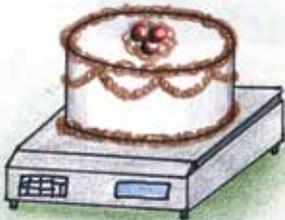
di una certa quantità iniziale di atomi riesce a trasformarsi. Per esempio, se il tempo di dimezzamento di un atomo è di 10 secondi, e se iniziamo con una quantità iniziale di 1000 grammi (1 chilo) di atomi, passati 10 secondi avremo solo 500 grammi (mezzo chilo) degli atomi iniziali e, passati 20 secondi, la quantità iniziale si ridurrebbe ulteriormente a 250 grammi (un quarto di chilo), a 125 grammi (un ottavo di chilo) dopo 30 secondi, e così via.

L'altro modo è conosciuto come la "vita media", e rappresenta una misura del tempo medio in cui un atomo rimane stabile prima di trasformarsi.



Esperimento 8

Tempo di dimezzamento di una torta



Per capire come avviene la disintegrazione del nucleo e come si comporta la radiazione emessa dall'atomo, ti proponiamo il seguente esercizio. Consegui una torta e invita degli amici. Pesa la torta e dividila a metà. Insieme ai tuoi amici, mangia una metà della torta e misura il tempo che ci impiegate. Dopo, prendi la metà che rimane e dividila di nuovo a metà. Mangiate ora uno dei due quarti di torta che hai ottenuto, facendolo nello stesso tempo in cui prima avete mangiato la metà della torta. Ripeti l'esercizio con il quarto rimanente: dividilo a metà e mangia con i tuoi amici uno dei due ottavi di torta, sempre però impiegando lo stesso tempo che ci avete messo per mangiare la prima

metà. Ora facciamo le seguenti considerazioni.

A. Assumiamo che ogni grammo di torta sia il nucleo di un atomo radioattivo.

B. Assumiamo che il ritmo con cui hai mangiato la torta con i tuoi amici rappresenti l'attività radioattiva.

Adesso, calcoliamo il tempo di dimezzamento, l'attività radioattiva, la costante di disintegrazione e la vita media della torta (dell'atomo) come ti spieghiamo qui di seguito.

Tempo di dimezzamento

Il tempo che avete impiegato per mangiare la prima metà della torta, misurato in secondi, è il tempo di dimezzamento. È importante ricordare che per mangiare i pezzi più piccoli della torta, nelle fasi successive dell'esperimento, avete sempre impiegato lo stesso tempo di dimezzamento.

Attività radioattiva

Si ottiene dividendo la metà del peso totale della torta, misurato in grammi, per il tempo di dimezzamento, misurato in secondi. Quello che si ottiene è il valore dell'attività radioattiva durante la prima divisione della torta, cioè durante la prima fase di disintegrazione dell'atomo. Ora, calcola quanto pesa un quarto della torta, e dividi questa quantità per il tempo impiegato a mangiare i tre quarti della torta. Quello che ottieni, è il valore dell'attività radioattiva associata alla divisione della torta (dell'atomo) in quattro parti. Con lo stesso procedimento, puoi continuare a calcolare l'attività radioattiva per le successive divisioni dell'atomo. Ti accorgerai che l'attività radioattiva è molto grande all'inizio, e va poco a poco diminuendo con il tempo.

Costante di disintegrazione:

La costante di disintegrazione la possiamo ottenere in modo approssimativo dividendo la media dei valori dell'attività radioattiva, ottenuti durante le varie fasi di divisione della torta, per la media dei valori del peso della torta in tutte le fasi dell'esperimento. Il calcolo sarà più preciso se hai svolto l'esperimento in più fasi, cioè se sei riuscito a dividere la torta varie volte prima di finirla. Nel caso dei materiali radioattivi reali, considera che un grammo di uranio contiene più di 2.500 quadrilioni di atomi (cioè un 25 seguito da 26 zeri). Per questo, per calcolare la costante di disintegrazione, in realtà si usano dei metodi matematici molto complessi, i quali permettono di considerare un numero infinito di suddivisioni.

Vita media

È il tempo medio duante il quale il nucleo di un atomo radioattivo rimane stabile prima di disintegrarsi. Questo parametro si calcola dividendo 1 per la costante di disintegrazione.

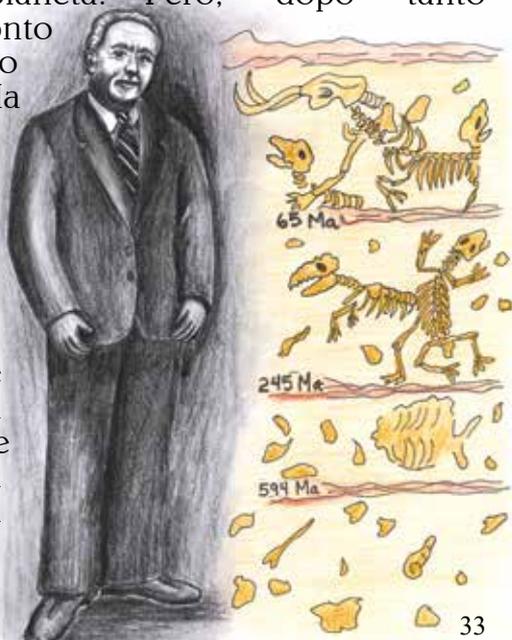


L'ETÀ DELLA TERRA OTTENUTA GRAZIE AGLI ELEMENTI RADIOATTIVI

Il modo più preciso e moderno per ottenere l'età della Terra è usando gli elementi radioattivi naturali che sono presenti nelle rocce. Il primo scienziato che ha impiegato questo metodo con successo per calcolare l'età dei diversi strati che compongono la Terra è Arthur Holmes.

Attualmente, conosciamo il tempo di dimezzamento di molti elementi radioattivi naturali che sono presenti nelle rocce. Quindi, gli scienziati devono solo cercare queste rocce e analizzarle per poter calcolare quando queste si sono formate. Per molti decenni, gli scienziati hanno cercato le rocce più antiche della Terra, con l'obiettivo di stimare l'età del nostro pianeta. Però, dopo tanto cercare, si sono resi conto

che le rocce che esistevano al tempo in cui nacque la Terra non esistono più adesso. Questo è dovuto al fatto che il nostro è un pianeta molto dinamico, e queste rocce sono state distrutte con il tempo. Quindi, quello che hanno fatto alcuni scienziati è cercare un pezzetto di materiale roccioso simile a quello che formava la Terra al momento della sua nascita.



Questo materiale è rappresentato dai meteoriti, i quali sono stati raccolti in gran quantità e sono stati datati. Uno dei meteoriti più antichi è caduto ad Allende, nello stato del Chihuahua (Messico), ed ha dato un'età di 4.567 milioni di anni (4.567.000.000 anni). Il dibattito sull'età della Terra è rimasto acceso per molti anni. Quello che gli scienziati intuirono è che la Terra si era formata alcune decine di milioni di anni dopo che si formarono questi meteoriti. Grazie alla radioattività, è possibile conoscere l'età delle montagne, degli oceani, delle grotte, dei vulcani e, tra le altre cose, finalmente è stato anche possibile avere un'idea abbastanza chiara di quale sia la vera età della Terra. Oggi sappiamo che l'età della Terra è di circa 4.540 milioni di anni.



RINGRAZIAMENTI

La parte tecnica del testo è stata rivista dai dottori Ma. Teresa Orozco Esquivel, Jaime Urrutia Fucugauchi, Carlos M. González León, José Pablo Liedo Fernández, Francisco J. Vega Vera, Luigi Solari, Juan Carlos García Barragán e Mario Andrés Cuéllar Cardenas.

Aurora M. Asprón Ramírez, Adriana Guzmán, Emilia Cruz Alaniz e Joaquín E. Alaniz Álvarez hanno acconsentito gentilmente a correggere le bozze, dando dei suggerimenti importanti. Lo stile e la redazione sono stati rivisti da María Eugenia Yllades Nieto.

SUGLI AUTORI

Ángel Francisco Nieto-Samaniego

Ha realizzato il dottorato presso l'Università Nazionale Autonoma del Messico (UNAM), con la specializzazione in Tettonica. Attualmente è ricercatore titolare C e professore di corsi di master al Centro di Geoscienze dell'UNAM. È stato presidente della Società Geologica Messicana, editore del volume commemorativo del centenario di detta società ed è membro del comitato editoriale di diverse riviste nazionali e straniere. Ha il livello III nel Sistema Nazionale dei Ricercatori. Ha pubblicato 75 articoli sulla teoria della formazione delle faglie e sulla deformazione cenozoica del Messico.

Susana A. Alaniz Álvarez

Si è laureata presso la Facoltà di Ingegneria e, successivamente, ha ottenuto il titolo di dottoressa in Scienze della Terra presso l'UNAM. Attualmente è ricercatrice titolare C e professoressa di corsi di master al Centro di Geoscienze dell'UNAM. È autrice di 65 articoli scientifici relativi alla deformazione della crosta superiore della Terra ed ha pubblicato vari libri di divulgazione. Appartiene all'Accademia Messicana delle Scienze ed ha il livello III nel Sistema Nazionale dei Ricercatori. Inoltre, è accademica di numero dell'Accademia di Ingegneria. Nel 2004 ha ricevuto il premio Juana Ramírez de Asbaje, riconoscimento conferito dall'UNAM.

María Cecilia Nieto Samaniego

È Professoressa di Arti Plastiche, laureata presso l'Università di Juárez dello Stato di Durango (UJED). Ha partecipato a circa 30 esposizioni collettive di pittura e scultura di ceramica. Ha preso corsi di pittura e disegno con maestri del calibro di Roberto Parodi e Enrique Estrada. Attualmente lavora in proprio e, a volte, organizza corsi di pittura infantile.

A PROPOSITO DEI TRADUTTORI

Michelangelo Martini

Si è laureato in geologia presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa nel 2004. Ha fatto il dottorato presso il Centro di Geoscienze dell'UNAM e, attualmente, svolge attività di ricerca presso l'Istituto di Geologia dell'UNAM. La sua area di ricerca è l'evoluzione dei bacini sedimentari del Mesozoico associati alla rottura della Pangea.

Ana Diana Esparza Herrera

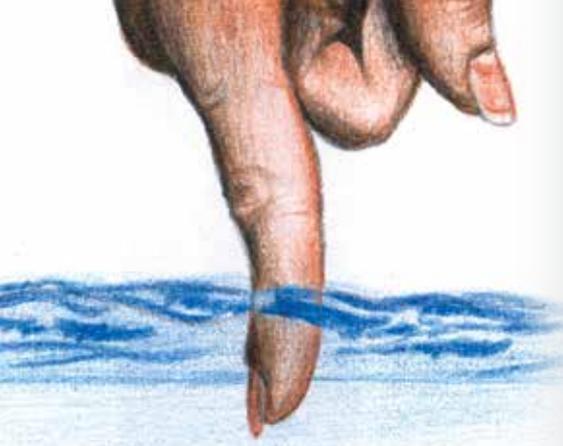
È laureata in Lingua e Letteratura Italiana, Lettere italiane, presso la Facoltà di Filosofia e Lettere dell'UNAM con specializzazione in traduzione. Nel 2005 ha frequentato il corso di Lingua Italiana e Cultura Ligure presso l'Università di Genova, sede estiva. Attualmente lavora come insegnante di italiano presso la Scuola Nazionale Preparatoria dell'UNAM.

Eomir Roel Antonio Solis

È professore di lingua italiana dal 2011 presso varie istituzioni, tra cui il CELEX del Politecnico Nazionale e l'UNAM. Nel 2008 ha frequentato il corso di Lingua e Cultura Italiana presso l'Università del Salento, Lecce, Italia. Attualmente lavora come docente della materia "A" della lingua italiana presso la Scuola Nazionale Preparatoria dal 2015.

Questo numero è stato prodotto con il supporto della Coordinación de la Investigación Científica della UNAM e del Programma di Appoggio a Progetti per l'Innovazione e il Miglioramento dell'Insegnamento PE106919





Predisposto per la Escuela Nacional Preparatoria UNAM

La serie “Esperimenti semplici per capire una Terra complessa” è basata sull’elenco degli esperimenti più belli della storia, pubblicata dalla rivista Physics World a settembre del 2002. Sono stati scelti per la loro semplicità, eleganza e per la trasformazione che hanno provocato nel pensiero scientifico della loro epoca.

Ogni fascicolo di questa serie è dedicato a uno di questi esperimenti. Il nostro proposito è che tu riesca a capire, attraverso la sperimentazione, fenomeni che avvengono tanto nella nostra vita quotidiana quanto nel nostro pianeta.

Questo fascicolo è dedicato all’ esperimento che ha permesso a Rutherford di scoprire la presenza del nucleo nell’atomo.

Libri di questa serie:

1. La pressione atmosferica e la caduta dei corpi.
2. La luce e i colori.
3. Eureka! I continenti e gli oceani galleggiano.
4. Il clima appeso a un filo.
5. La Terra e le sue onde.
- 7. L’età della Terra**

La serie completa la puoi scaricare dal sito web:

<https://tellus.geociencias.unam.mx/index.php/lenguas-ciencia/>

<https://sites.google.com/site/recursos4miradas/8>

Puoi controllare i video sugli esperimenti dei libri della serie sul canale YouTube **4 Miradas a la Ciencia**:

<https://www.youtube.com/channel/UCChKRJuD18lg95S6l2z-bmuw/videos>