

ESPERIMENTI SEMPLICI PER CAPIRE UNA TERRA COMPLESSA

3. EUREKA! I CONTINENTI E GLI OCEANI GALLEGGIANO



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

Illustrazione: Luis David Morán, Traduzione a cura di:

Gabriela Sadurni D'Acari, Ma. Luisa Pedraglio, Michelangelo Martini

Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Enrique Luis Graue Wiechers
Rettore

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas
Segretario Generale

Dr. William Henry Lee Alardín
Coordinatore delle Ricerche Scientifiche

Dr. Jorge Volpi Escalante
Coordinatore di Diffusione Culturale

Joaquín Díez-Canedo F.
Direttore Generale di Pubblicazioni e Promozione Editoriale

Dra. Lucía Capra Pedol
Direttore del Centro di Geoscienze

Dra. Susana A. Alaniz Álvarez
Dr. Ángel F. Nieto Samaniego
Dr. Manuel Lozano Leyva
Coordinatori della serie

Ing. Lluvia Y. Huerta Landaverde
Disegno e formazione

Prima edizione: Agosto 2018
D.R. © Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México

Centro de Geociencias
Universidad Nacional Autónoma de México
No. 3001, Boulevard Juriquilla, Querétaro
C.P. 76230, Messico

ISBN (Opera Completa): 978-607-02-9178-4
ISBN: 978-607-30-0539-5
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_3

1. Viaggio al centro della Terra_5

2. Nell'acqua e senza bagnarsi_9

3. Cambiando aria_12

4. Quando il calore se ne va_15

5. La vita è più leggera nel mare_17

6. Affogare in un bicchiere d'acqua_20

7. Cosa pesa di più?_23

Ringraziamenti_28

Sugli autori_29



EUREKA!

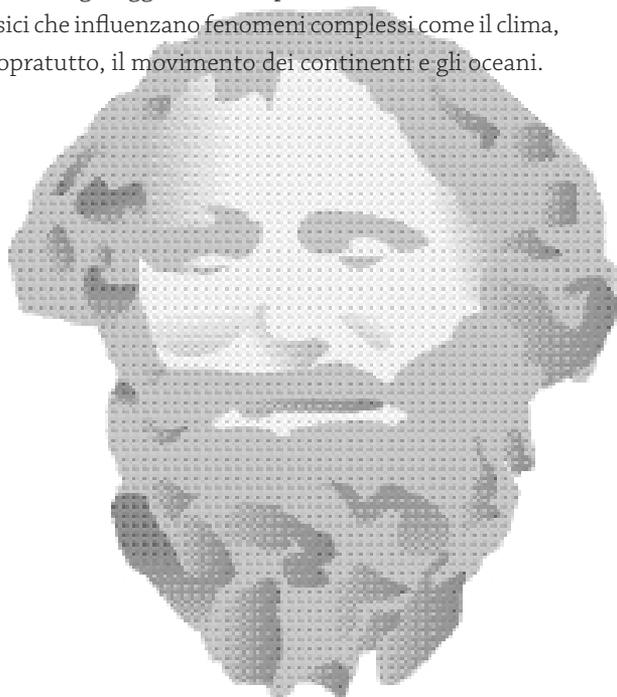
I CONTINENTI E GLI OCEANI
GALLEGGIANO!

INTRODUZIONE

La Terra è piena di misteri e l'uomo cerca di risolverli osservando, facendo ricerca, esplorando e sperimentando. Cosa c'è dentro la Terra? Perché ci sono le montagne? Perché esistono gli oceani? Perché eruttano i vulcani? Perché la terra trema? Perché il clima non è uguale dappertutto? Ci sono misteri più facili da risolvere rispetto ad altri, basta chiedere oppure osservare con molta attenzione; ma ce ne sono altri più difficili da svelare, specialmente quelli che si verificano a livello globale e che occorrono in un lasso di tempo così ampio da superare quello della vita di ognuno di noi. Ciò che è noto sul funzionamento della Terra è stato ottenuto da osservazioni qua e là. La Terra è così grande e complicata che ogni fenomeno può essere considerato come se fosse un grande puzzle. Tuttavia, non dobbiamo scoraggiarci; esperimenti semplici ci permetteranno di comprendere fenomeni molto complicati.

Questo libretto è dedicato ad Archimede (287 a. C. – 212 a. C.), il quale osservò che il suo corpo pesava meno quando veniva immerso nell'acqua. Facendo il bagno nella vasca, si rese conto che la diminuzione del suo peso era proporzionale al volume d'acqua spostato dal suo corpo. In quel momento urlò: Eureka! Che in greco significa "ho trovato!"

Qui proviamo a mostrarti come la galleggiabilità, scoperta da Archimede diversi secoli fa, sia uno dei principi fisici che influenzano fenomeni complessi come il clima, la formazione dei vulcani e, soprattutto, il movimento dei continenti e gli oceani.





“VIAGGIO AL CENTRO DELLA TERRA”



Forse hai visto in televisione che, per simulare una situazione di «assenza di gravità», gli astronauti galleggiano dentro un aereo in caduta libera. Gli astronauti che hanno bisogno di passare più tempo in quella situazione, magari perché sono addetti alla riparazione di un modulo spaziale, simulano l'assenza di gravità stando all'interno di una piscina. Prova questo esperimento che ti aiuterà a capire.

MATERIALI

1 bicchiere alto.

Acqua, alcool, olio, miele, pietra, legno, ghiaccio, argento (o qualsiasi altro metallo), sughero, plastica.

SVOLGIMENTO

1) Metti lentamente il miele, l'acqua, l'olio e l'alcool nel bicchiere, in questo ordine, facendo attenzione che non si mescolino.

2) Aggiungi con cura i materiali solidi (pietra, legno, ecc.) che hai recuperato.

3) Prova con vari materiali e prova a indovinare se galleggeranno e in quale liquido lo faranno.

4) In un bicchiere contenente solo acqua, metti i materiali solidi.



OSSERVA

Alcuni materiali affondano mentre altri galleggiano in alcuni liquidi. Se usi solo l'acqua, puoi anche vedere che alcuni materiali affondano più velocemente di altri.

L'ESPERIMENTO PUÒ FALLIRLE SE...

I liquidi si mescolano, non sarai in grado di vedere quale è più denso, poiché si formerà un liquido diverso.

SPIEGALO

Un oggetto affonderà o galleggerà in un bicchiere d'acqua a seconda della sua densità, cioè di quanta materia ha in un dato spazio o, in altre parole, di quanta massa ha per unità di volume. Una palla di legno di 10 cm di diametro pesa meno della palla d'acqua di 10 cm di diametro che sposta quando è immersa. Al contrario, una pallina di piombo di 10 cm pesa di più. E' per questo che il legno galleggia e il piombo affonda. Il peso è la forza con cui la Terra attrae un corpo e dipende dalla sua massa, mentre la densità dipende dalla sua massa e dalle sue dimensioni. Prendi un contenitore da un litro: se lo riempi con dell'acqua peserà 1 kg; se lo riempi di pietre, peserà circa il doppio; se lo riempi d'oro peserà circa 20 volte di più, ma se contiene solo aria peserà 1000 volte meno dell'acqua (Tabella 1). La densità è misurata in g / cm^3 , kg / m^3 , kg / l . La densità media della Terra è $5,5 g / cm^3$. Ritornando al caso degli astronauti, i tecnici simulano l'assenza di gravità facendo in modo che il modulo spaziale e gli astronauti con l'attrezzatura abbiano una densità uguale a quella dell'acqua; in tal modo, l'effetto della gravità sarà annullato dal supporto dell'acqua.

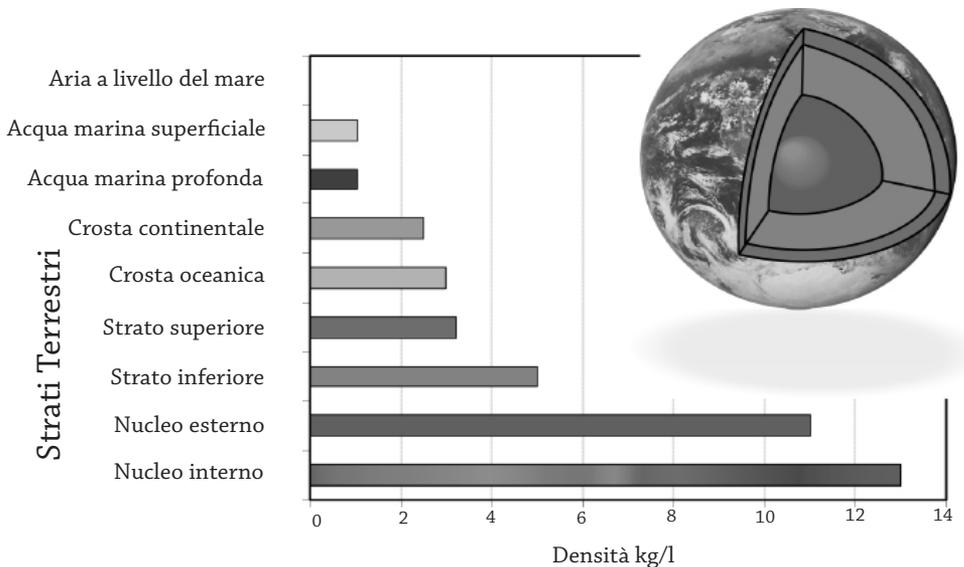
APPLICALO NELLA VITA QUOTIDIANA

La separazione in strati con differenti densità è un fenomeno facilmente osservabile sia nei liquidi che nei gas. Ad esempio, in un brodo di pollo, ci saranno verdure che galleggiano mentre il pollo affonda e il vapore sale. Conoscere la densità dei gas è importante per sapere, nel caso di una perdita, se si accumulerà sul pavimento o salirà al soffitto. Ad esempio, il gas naturale è più leggero dell'aria e salirà, mentre il gas di petrolio liquefatto (LP) è più pesante dell'aria e si depositerà vicino al suolo.

Puoi creare la tua colonna di densità e confrontarla con la Tabella 1.

Tabella 1. Densità di materiali comuni

Sostanza	Densità media [g / cm ³ o kg/l]	Sostanza	Densità media [g / cm ³ o kg/l]
Platino	21.4	Sangue	1.6
Oro	19.3	Miele	1.42
Mercurio	13.6	PVC	1.3
Piombo	11.3	Acqua di mare	1.03
Argento	10.5	Acqua distillata	1
Acciaio	7.85	Caucciù	0.95
Ferro	7.8	Corpo umano	0.95
Pianeta Terra	5.5	Olio	0.92
Diamante	3.5	Ghiaccio	0.92
Basalto	3	Legno	0.9
Alluminio	2.7	Alcool	0.78
Granito	2.7	Pietra pomice	0.7
Cemento armato	2.5	Benzina	0.68
Vetro	2.5	Poliuretano	0.04
Carbonio	2.26	Aria	0.0013
Grafite	2.2		



OSSERVALO NELLA NATURA

La Terra è composta da strati di diversa densità. Il più leggero è, naturalmente, l'atmosfera; è seguito dall'idrosfera (mari e oceani), ed il più denso è la Terra solida. Ciascuno di questi strati è stratificato per densità anche internamente. Nella Terra solida, il materiale più denso è racchiuso nel nucleo; il mantello segue, e la parte meno densa è nella crosta. Si noti che esistono due tipi di crosta: quella continentale e quella oceanica.

Il guscio esterno della Terra è conosciuto con il nome di litosfera, ed è spezzato in diverse placche rigide che sono in costante movimento fluttuante su uno strato plastico fuso dal calore interno della Terra. La collisione tra le placche litosferiche causa terremoti e attività vulcanica ai loro bordi. Quando una placca composta da crosta continentale si scontra con una di crosta oceanica, la seconda, poiché è più densa, affonda sotto la prima che è più leggera. Ne abbiamo un esempio sulla costa dell'Oceano Pacifico nel sud del Messico: la placca di Cocos, che è oceanica, sta affondando sotto la placca nordamericana, che è continentale. L'attrito tra queste due placche ha generato molti dei terremoti che si sentono nel centro e nel sud del Messico, e anche l'attività vulcanica nel centro del Messico. Un esempio di placche che si stanno separando lo incontriamo attualmente nel Golfo di Cortés, dove la penisola della Baja California è separata dalla terraferma messicana. La placca che contiene la penisola della Baja California si muove verso nord-nord-ovest ad una velocità di 3 cm all'anno, cioè, in pochi milioni di anni, la Baja California sarà di fronte alla costa del Pacifico degli Stati Uniti.





“NELL’ACQUA E SENZA BAGNARSI”

L'aria cerca sempre di fuggire verso l'alto mentre l'acqua scorre verso il basso.

MATERIALI

Un secchio o un grande bicchiere con dell'acqua.

1 bicchiere piccolo.

1 pezzo di carta.



SVOLGIMENTO

1. Metti il pezzo di carta nel bicchiere piccolo, accartocciandolo e premendolo sul fondo.
2. Immergi il bicchiere (con la carta) capovolto nel secchio fino a quando non è completamente immerso nell'acqua.
3. Tira fuori il bicchiere dall'acqua.

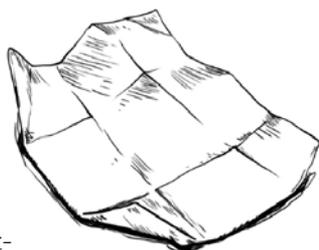


OSSERVA

La carta esce completamente asciutta.

L'ESPERIMENTO PUÒ FALLIRE SE...

Il bicchiere non entra verticalmente nell'acqua, l'aria può uscire, l'acqua entrerà e bagnerà la carta. Il bicchiere può essere facilmente capovolto se non è tenuto saldamente.



SPIEGALO

L'aria che si trova all'interno del bicchiere piccolo è immersa nell'acqua insieme alla carta; cerca di uscire da sopra ma la base del bicchiere lo impedisce. L'aria viene compressa contro il fondo del bicchiere ed impedisce all'acqua di sollevarsi e bagnare la carta.

La pressione all'interno di un liquido agisce con la stessa intensità in tutte le direzioni. L'aria sale perché, essendo molto più leggera dell'acqua, tende a muoversi verso una zona dove la pressione circostante è minore, cioè verso l'alto.

Nell'esperimento 1 avrete notato che i materiali salgono e affondano a velocità diverse. La velocità di caduta di un corpo nel vuoto, invece, è indipendente dal suo peso, dalla sua forma e dalla sua densità. Potresti averlo notato quando sulla Luna, che non ha atmosfera, l'astronauta lasciò cadere un martello e una piuma e questi caddero allo stesso tempo. Tuttavia, in un fluido come l'aria o l'acqua, la velocità di caduta dipende dal contrasto tra la densità del corpo e il fluido, la forma dell'oggetto e la viscosità del fluido. Prova a far cadere della carta accartocciata e un foglio aperto qui sulla Terra allo stesso tempo.

La viscosità è una misura della resistenza di un fluido a muoversi. Un fluido denso non è necessariamente più viscoso; ad esempio, l'olio è meno denso, ma più viscoso dell'acqua.

Il posto che un materiale solido, liquido o gassoso occupa all'interno di un fluido dipende da un equilibrio di forze. Immagina di spingere una palla sul fondo di una piscina. Sai che la palla ha un proprio peso perché è attratta dalla Terra, «cade» quando è fuori dall'acqua. Tuttavia, nella piscina sentirai che c'è una forza che la spinge verso l'alto.

Questa forza è la galleggiabilità e dipende dalla differenza di densità tra la palla e l'acqua. Ora, immagina di immergere la palla nell'olio per auto. In questo caso, la palla tende ugualmente a risalire, ma la velocità di risalita non sarà veloce come nell'acqua, perché la viscosità dell'olio è maggiore di quella dell'acqua ed esercita una maggiore forza di resistenza al movimento.

APPLICALO ALLA TUA VITA

Si noti che la velocità con cui le bolle d'aria si muovono in una bottiglia di shampoo e in una d'acqua è molto diversa; il liquido più viscoso non consente il rapido movimento delle bolle. Così puoi osservare che ci vuole più lavoro per far uscire i materiali più viscosi dalle bottiglie: ad esempio, è molto più difficile versare la salsa di pomodoro che l'aceto.

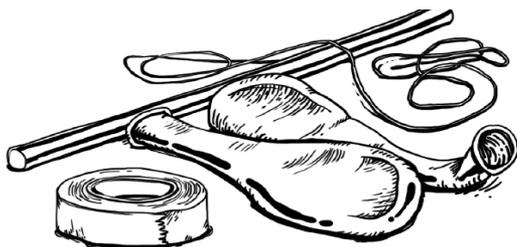
TROVALO IN NATURA

Non è difficile immaginare che l'interno della Terra sia costituito prevalentemente di roccia. Tuttavia, lo studio della velocità e della traiettoria delle onde sismiche generate dai terremoti ha permesso di identificare alcune aree dove la roccia nella Terra si incontra nello stato fuso. Nella parte superiore del mantello, tra 100 e 200 km di profondità, la roccia è vicino al suo punto di fusione. Quando la roccia all'interno della Terra si incontra allo stato fuso la chiamiamo magma, e quando viene fusa ed esce alla superficie la chiamiamo lava. Sicuramente abbiamo osservato in qualche occasione la lava che esce da un vulcano; ma anche i gas escono. La maggior parte dei gas che sono dentro la Terra sono concentrati in camere magmatiche e sono rilasciati da: 1) la decompressione di un magma (immagina quello che avviene quando si stappa una bibita gasata), 2) l'interazione del magma con una falda acquifera (immagina una roccia calda a contatto con l'acqua), o 3) per reazione tra due magmi di composizione diversa. Le eruzioni esplosive, cioè con molti gas, sono molto più pericolose delle colate di lava. In Messico, hanno prodotto eruzioni esplosive il vulcano Chichón, il Nevado de Toluca, il vulcano Fuego a Colima, il Pico de Orizaba e il Popocatépetl.

3.

“CAMBIANDO ARIA”

Sicuramente hai sentito che molti atleti si allenano in montagna, sai perché?



MATERIALI

1 cannuccia del filo.

3 palloncini.

Del nastro adesivo.

SVOLGIMENTO

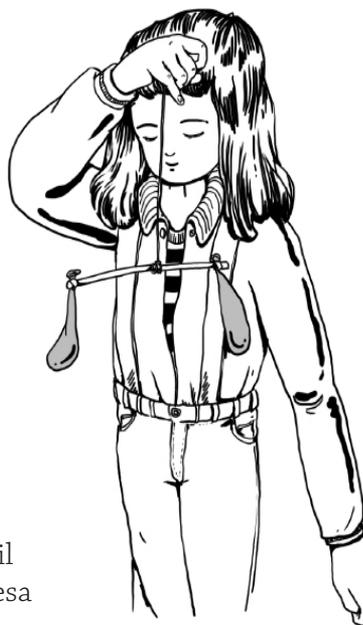
- 1) Crea una bilancia in equilibrio attaccando un filo al centro della cannuccia.
- 2) Alle estremità della cannuccia, appendi i palloncini con il nastro adesivo in modo che la bilancia stia in equilibrio.
- 3) Sostituisci uno dei palloncini sgonfi con uno gonfiato.

COSA È SUCCESSO?

La bilancia si inclina verso il lato in cui c'è il palloncino gonfiato, indicando che questo pesa più di quello sgonfio.

SPIEGALO

Sebbene i due palloncini contengano aria e siano immersi nell'aria, per gonfiare il palloncino bisogna superare la resistenza della gomma ed estenderne





la superficie. Quello che fai quando lo gonfi è aumentare la quantità di aria al suo interno in modo che la sua pressione riesca a superare la resistenza della gomma del palloncino. Ecco perché la densità dell'aria, all'interno del palloncino gonfiato, è maggiore della densità dell'aria esterna.

Come puoi vedere, sebbene la densità sia una proprietà specifica di ogni materiale, questa può variare. Per i gas, la densità aumenta con la pressione, poiché quando il gas viene compresso, aumenta la quantità di materia per unità di volume.

Con la temperatura accade il contrario: a temperature più alte le molecole si separano e c'è meno materia per unità di volume. I liquidi sono incompressibili e quindi cambiano la loro densità solo con il cambiamento della temperatura. I solidi invece, con l'aumento della pressione, riducono la propria porosità, e lo fanno cambiando la loro struttura molecolare e trasformandosi in un altro corpo solido con altre proprietà: Ad esempio diamante e grafite sono entrambi composti di carbonio. Però questi due materiali presentano una struttura molecolare differente, a causa delle differenti condizioni di pressione in cui si formano.

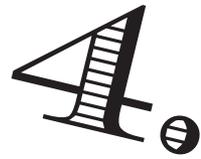
APPLICALO NELLA VITA QUOTIDIANA

Forse hai sentito che la gente soffre di «mal di montagna». Questo accade perché il corpo umano è abituato a catturare una certa quantità di ossigeno ad ogni inalazione. Quando si scala una montagna, dove l'aria è più rarefatta e perciò ha meno molecole di ossigeno, il corpo reagisce in diversi modi: malessere, mal di testa, problemi respiratori, ecc. Gli atleti che si allenano in montagna condizionano il loro corpo a lavorare con poco ossigeno; quindi avranno ossigeno in abbondanza durante le gare in zone di bassa altitudine, dove la densità dell'aria è più alta, e le loro prestazioni aumenteranno.

OSSERVALO IN NATURA

La densità dell'aria nell'atmosfera dipende dalla temperatura e dalla pressione. La temperatura a livello del terreno è più alta perché i raggi del sole passano attraverso l'aria trasparente e riscaldano il terreno, il quale a sua volta riscalda l'aria sovrastante. Quindi, la temperatura diminuisce dal livello del mare verso l'alto. La temperatura è di circa $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ alla quota alla quale volano gli aerei. La pressione atmosferica in un'area è dovuta al peso della colonna d'aria sovrastante. Ad altitudini più elevate, ad esempio in montagna, la colonna è minore, quindi il peso è inferiore e anche la pressione atmosferica è inferiore.

“QUANDO IL CALORE SE NE VA”



Hai notato che le fiamme tendono sempre a salire verso l'alto?

MATERIALI

- 1 candela.
- 1 fiammifero.
- 1 adulto che sorvegli.



SVOLGIMENTO

- 1) Accendi la candela e lascia il fiammifero acceso sopra di essa.
- 2) Spegni la candela senza spegnere il fiammifero che sta sopra la candela.



COSA È SUCCESSO?

La candela si accende di nuovo anche se il fiammifero non è in contatto con essa.

L'ESPERIMENTO PUÒ FALLIRE SE

Il vapore sprigionato dalla fusione della cera non raggiunge la fiamma del fiammifero.

SPIEGALO

Per accendere una candela è necessario che il calore del fiammifero sciolga la cera, che la cera sciolta si sollevi attraverso lo stoppino ed evapori. In quel momento, quando viene a contatto con l'ossigeno presente nell'aria, il fuoco si accende. Quando un gas come quello prodotto dall'evaporazione della cera viene riscaldato, le sue molecole si muovono più velocemente e hanno bisogno di più spazio tra di loro, facendo sì che la stessa quantità di materia assuma più volume e, di conseguenza, diventi meno densa dell'aria a temperatura ambiente, tendendo così a salire. Nell'esperimento, il vapore generato dall'evaporazione della cera raggiunge il fiammifero e quindi la candela si accende di nuovo.

APPLICALO NELLA VITA QUOTIDIANA

Sapere che l'aria calda tende a salire può migliorare il microclima della tua casa: quando fa molto freddo, isola la stanza con il soffitto più alto o quello con la presa d'aria in alto.

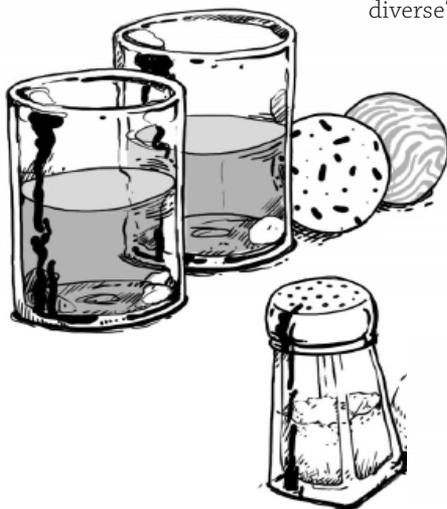
OSSERVALO IN NATURA

Il calore può essere trasmesso per conduzione (come quando si tocca una superficie calda), per convezione (come nel caso dell'acqua che viene riscaldata sulla stufa) e per radiazione (come in una giornata di sole). La convezione avviene attraverso un fluido in movimento; puoi visualizzare questo fenomeno facendo bollire l'acqua in una pentola (si riesce a vedere meglio se il fondo è di colore chiaro) con dei semi di pepe nero. La convezione è di due tipi: naturale e indotta (o forzata). Quella naturale è quando riscaldi l'acqua; quella forzata è quando agiti il caffè con un cucchiaino. Perché ci sia trasmissione di calore per convezione è necessario che ci sia una variazione di temperatura (che causa la variazione della densità del fluido) e che la resistenza del fluido al movimento venga superata. Da un lato c'è il collasso del fluido più freddo (che è più denso e quindi più attratto dalla gravità), e dall'altro lato il fluido più caldo diventa meno denso e si alza. Quando sale, il fluido meno denso si espande perché è soggetto a minor pressione, quindi si raffredda, aumenta la sua densità e tende a scendere nuovamente, in modo da innescare un ciclo continuo. La convezione, insieme alla rotazione della Terra, regola in gran parte il movimento dell'aria nell'atmosfera, generando le correnti atmosferiche che controllano il clima.



“LA VITA È PIÙ LEGGERA NEL MARE”

Hai notato che il peso e la densità sono cose diverse?



MATERIALI

2 bicchieri d'acqua.

2 uova.

Del sale.

SVOLGIMENTO

- 1) Aggiungi del sale a uno dei bicchieri d'acqua fino a quando non può più sciogliersi.
- 2) Introduci un uovo in ogni bicchiere.



COSA È SUCCESSO?

L'uovo galleggia nell'acqua salata, mentre sprofonda nel bicchiere con acqua pura.

SPIEGALO

La densità dell'uovo è leggermente superiore a quella dell'acqua pura. Quando il sale viene aggiunto all'acqua, la sua densità aumenta e diventa maggiore di quella dell'uovo.

L'ESPERIMENTO PUÒ FALLIRLE SE...

Il sale aggiunto non era abbastanza per rendere la densità dell'acqua più alta di quella dell'uovo.

APPLICALO NELLA VITA QUOTIDIANA

La densità del corpo umano è leggermente inferiore a quella dell'acqua (non è strano, dato che il corpo contiene il 75% di acqua); è per questo che possiamo galleggiare in una piscina. Puoi modificare la densità del tuo corpo facendo entrare o uscire l'aria dai tuoi polmoni. Poiché l'acqua del mare è più densa, puoi galleggiare più facilmente nel mare che in una piscina.

OSSERVALO IN NATURA

La densità dell'acqua degli oceani dipende dalla sua temperatura e dalla quantità di solidi (sali) disciolti in essa. La densità dell'acqua marina è compresa tra 1.025 e 1.028 kg / l (che è pari a g / cm³) e contiene circa il 3,5% di sali. Ad alte latitudini, vicino ai poli, la densità è maggiore rispetto all'equatore.

L'acqua ha un comportamento molto diverso rispetto ad altri materiali: quando scende la temperatura, il suo volume aumenta considerevolmente. Pertanto, se mettiamo un cubetto di ghiaccio in una pressa e aumentiamo la pressione, mantenendo la temperatura costante (congelamento), il cubo inizia a sciogliersi, anche se la temperatura della stanza in cui viene condotto l'esperimento è inferiore a 0 °C. Così sappiamo che la densità dell'acqua cambia con la temperatura; la densità massima è a 4 °C, dove raggiunge il suo valore caratteristico di 1 kg / litro a pressione atmosferica. Questa caratteristica ha permesso lo sviluppo della vita nei laghi dei paesi freddi: la temperatura dell'acqua del lago diminuisce durante l'inverno. Quando la temperatura scende fino a 4 °C, l'acqua raggiunge la sua massima densità e sprofonda dentro il lago. Al contrario, l'acqua più calda e meno densa che sta sul fondo tende a risalire. Questa, al contatto con l'aria, si raffredda fino a 4 °C e torna al fondo. Solo quando tutta l'acqua del lago raggiunge i 4 °C, l'acqua superficiale può raggiungere temperature inferiori. Quando raggiunge 0 °C, l'acqua in superficie si congela. Sotto questo strato di ghiaccio superficiale, l'acqua si trova ancora nel suo stato liquido, permettendo lo sviluppo della vita. Prima che tutta l'acqua raggiunga 0 °C e il lago sia completamente ghiacciato, uccidendo le forme di vita, arriva la primavera e con essa inizia il disgelo. In questo modo, la vita acquatica del lago può preservarsi perché la densità dell'acqua è massima a 4 °C e non a 0 °C.

Gli oceani hanno una grande capacità di trasmettere calore, e quindi esercitano un effetto importante sul clima, tanto quanto l'atmosfera. Grazie alla corrente della California, la quale discende dall'Alaska all'Ecuador, il clima di Ensenada è molto più temperato di quello di Mexicali, nonostante queste città siano situate alla stessa latitudine e ad un'altitudine vicina al livello del mare. Ma concentriamoci su qualcosa di caratteristico del mare: la sua salinità.

Si dice che l'acqua dei fiumi sia «dolce» mentre quella dei mari è «salata».

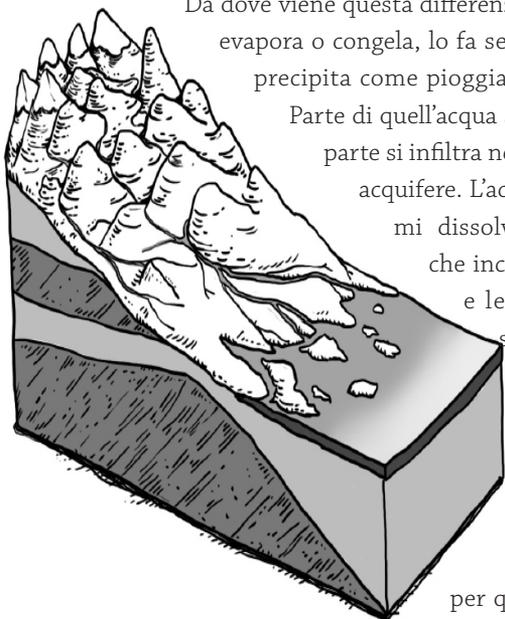
Da dove viene questa differenza? Quando l'acqua del mare evapora o congela, lo fa senza i sali. L'acqua evaporata precipita come pioggia nel mare e sui continenti.

Parte di quell'acqua scorre attraverso i fiumi e in parte si infiltra nel sottosuolo e forma le falde acquifere. L'acqua dolce che scorre nei fiumi dissolve certe formazioni rocciose che incontra lungo il suo cammino

e le trasporta sotto forma di sali (composti chimici che si dissolvono facilmente nell'acqua) per molte centinaia di chilometri.

La quantità di sali che il fiume trasporta nel suo percorso è molto piccola, per questo motivo ci sono voluti milioni di anni per concentrare i sali nel mare fino a renderlo salato. Il cloruro di sodio (composizione chimica del sale da cucina) è il componente principale dei solidi disciolti nell'acqua di mare. Il calcio è tra le sostanze che si dissolvono per il passaggio dei fiumi e raggiungono il mare. Questo, a contatto con l'anidride carbonica, forma un composto che precipita sul fondo marino, formando una roccia chiamata calcare.

La Sierra Madre Orientale è costituita principalmente da rocce sedimentarie marine che si sono formate quando precipitarono i sali disciolti nelle acque dei fiumi. Osservando queste rocce, non è difficile immaginare che questa zona debba essere stata sommersa dal mare per molti anni (si sa che circa 100 milioni di anni fa), e che molto tempo fa (qualcosa di più di 60 milioni di anni fa) è emersa grazie alla spinta verso l'alto delle placche tettoniche.



“AFFOGARE IN UN BICCHIERE D’ACQUA”



Hai notato che le navi galleggiano anche se sono fatte di ferro?

MATERIALI

- 1 bicchiere d’acqua.
- Delle monete.
- 1 pennarello.
- 1 vasetto di yogurt vuoto.
- Del nastro adesivo.



SVOLGIMENTO

- 1) Attacca verticalmente un pezzo di nastro sul bicchiere e segna il livello dell’acqua.
- 2) Metti diverse monete nel vasetto e mettilo sull’acqua simulando una piccola barca. Non mettere troppe monete affinché possa galleggiare. Segna il nuovo livello dell’acqua.
- 3) Getta le monete nell’acqua e lascia galleggiare il vasetto vuoto ; misura di nuovo il livello dell’acqua.



VARIANTE

In un bicchiere d’acqua aggiungi un cubetto di ghiaccio e misura il livello dell’acqua.

Aspetta che si sciogla e misura di nuovo.

COSA È SUCCESSO?

Il vasetto sta affondando di mano in mano che aggiungi le monete.

Il livello dell'acqua è inferiore quando le monete sono sul fondo rispetto a quando erano all'interno del vasetto.

Il livello dell'acqua con il ghiaccio che galleggia e con il ghiaccio sciolto è lo stesso.

SPIEGALO

Il vasetto, con le monete e l'aria che li circonda, è più leggero dell'acqua e galleggia. Le monete singole sono molto più dense dell'acqua e affondano. Il volume di acqua che spostano è esattamente lo stesso del volume delle monete. Nel caso della barca (il vasetto) con le monete, puoi vedere che il volume spostato è maggiore, questo perché il peso dell'acqua spostata è uguale al peso delle monete aggiunte. La densità totale della tua barca è inferiore alla densità delle monete da sole, poiché oltre alle monete contiene aria. Pertanto, con lo stesso peso occupa un volume maggiore.



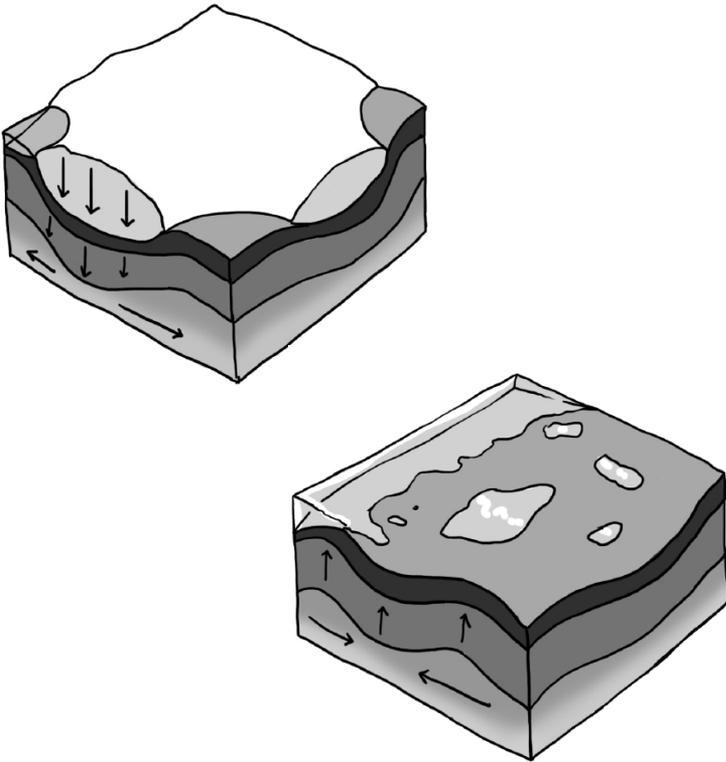
APPLICALO NELLA VITA QUOTIDIANA

Le barche, anche se sono fatte di metallo, galleggiano perché in realtà la loro densità totale è inferiore a quella dell'acqua. Si consideri che la densità di una nave si ottiene dividendo la quantità di massa (o peso) contenuta nella nave (compreso lo scafo, i mobili, i piatti, le persone e soprattutto l'aria) per il volume.

OSSERVALO IN NATURA

Abbiamo sentito parlare del problema che il riscaldamento globale comporterebbe quando si scioglieranno le calotte polari. Analizziamolo. Al polo nord il ghiaccio è sopra l'acqua dell'oceano Artico. Se tutto il ghiaccio che si trova sul mare si dovesse sciogliere, il livello del mare non cambierebbe, l'hai provato tu stesso nell'esperimento. Al polo sud, invece, il ghiaccio ricopre un continente noto come Antartide. Se il ghiaccio si dovesse sciogliere, non solo

aumenterebbe l'apporto idrico degli oceani e innalzerebbe il livello del mare, ma farebbe in modo che l'Antartide, liberandosi del peso del ghiaccio, ascenda: ma cosa ascenderebbe? Nella penisola scandinava è stato visto che la linea di costa è arretrata di almeno 30 cm negli ultimi 150 anni. La spiegazione che è stata data è che, durante l'ultima glaciazione, le terre vicine ai poli erano coperte da uno strato di ghiaccio di diversi chilometri di spessore, e ora che siamo in uno stadio interglaciale si è sciolto. Questo ha causato la perdita della calotta glaciale e la conseguente diminuzione del peso della penisola. L'ascesa della penisola a causa della diminuzione del suo peso suggerisce che è sostenuta da uno strato fluido più denso della stessa penisola. Grazie allo studio della velocità delle onde sismiche generate durante i terremoti, sappiamo non solo che questa penisola si trova su uno strato fluido, ma anche che tutti i continenti e gli oceani del nostro pianeta lo sono. Questo strato fuso è noto come astenosfera ed è più denso della crosta terrestre, ma molto meno viscoso.



“COSA PESA DI PIÙ?”

Un chilo d'oro o un chilo d'argento? E nell'acqua?

MATERIALI

Una cruccetta.

Del filo.

Due collane di diverso materiale (argento, perle di vetro, perle, conchiglie, ecc., puoi fabbricarle) che devono avere lo stesso peso. Per ottenere ciò è possibile aumentare o diminuire il numero di perline.

Due grandi contenitori con dell'acqua.



SVOLGIMENTO

1) Appendi una collana a ciascuna estremità della cruccetta; la cruccetta servirà come bilancia di poca precisione. Deve stare in equilibrio.

2) Posiziona i due contenitori con l'acqua sotto le collane in modo tale che siano sospesi.



COSA SUCCEDERÀ?

La cruccetta si inclinerà verso l'oggetto più denso.

SPIEGALO

Gli oggetti nell'acqua riducono il loro peso di una quantità pari al peso dell'acqua spostata. In questo modo, se abbiamo due materiali con densità diverse ma peso uguale, il più denso avrà meno volume e sposterà meno quantità di



acqua e la bilancia indicherà che nell'acqua pesa di più. Se, per esempio, mettiamo sulla nostra bilancia una collana d'oro da 2 grammi che occupa pochissimo spazio, e dall'altra parte una collana fatta di perline vuote, è facile immaginare che quest'ultima galleggi e, quindi, la nostra bilancia si inclinerà verso la collana d'oro.

APPLICALO NELLA VITA QUOTIDIANA

La storia racconta che a Siracusa, in Sicilia, nel 250 a.C, il governatore Gerone di Siracusa chiese al suo cugino Archimede, il saggio del popolo, di dirgli se il suo orefice lo aveva tradito mettendo una parte di argento invece che di oro nella corona che gli aveva chiesto di fare. Il re gli aveva dato monete d'oro e la corona pesava quanto le monete, ma il re dubitava. Come provarlo? Archimede stava riflettendo sulla questione, ritenendo che una parte dell'oro potesse essere stata sostituita con un po' d'argento. Un giorno, entrando nella vasca da bagno, gli venne in mente che il suo corpo pesava meno sott'acqua e che il suo livello aumentava di una quantità pari al suo volume. L'oro, essendo molto denso, dovrebbe occupare poco volume e lo stesso peso d'argento dovrebbe occupare quasi il doppio di volume. Quindi con una bilancia simile a quella costruita con l'attaccapanni, mise su un lato la stessa quantità di oro che doveva avere la corona e, dall'altra, la corona. Se la bilancia fosse rimasta in equilibrio, la corona era d'oro; se si fosse inclinata verso il lato delle monete, voleva dire che avevano truffato il re. Fortunatamente per l'orefice, la corona era d'oro puro e la bilancia rimase in equilibrio.

Da allora è stato riconosciuto il principio di Archimede: "ogni corpo immerso parzialmente o completamente in un fluido riceve una spinta verticale dal basso verso l'alto, uguale per intensità al peso del volume del fluido spostato."

Con questo principio, Archimede ha dimostrato che un chilo di oro e un chilo d'argento non hanno lo stesso peso nell'acqua: nell'acqua l'oro pesa 0,948 chili * / mentre l'argento pesa 0,9047 chili.

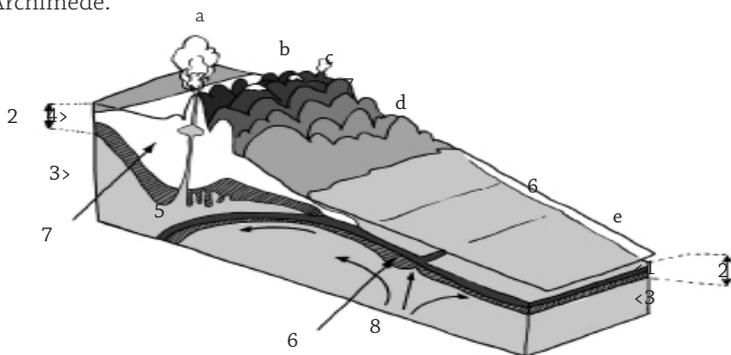
*Nota: nella nostra lingua quotidiana misuriamo il peso in «chili» e viene indicato dal numero che indica la bilancia. Nel linguaggio tecnico, il peso deve essere espresso in unità di forza (forza chilogrammo o forza grammo).

OSSERVALO IN NATURA

STRATI DELLA TERRA

La Terra solida è stata divisa in strati con differenti proprietà. Esistono due suddivisioni principali. In una di queste, la Terra è suddivisa in strati di composizione diversa: crosta, mantello e nucleo. L'altra suddivisione, invece, differenzia strati con differente comportamento meccanico: litosfera (include la crosta e parte del mantello superiore), astenosfera (mantello superiore), mantello inferiore, nucleo liquido e nucleo solido. La seconda classificazione è stata molto utile per spiegare le osservazioni sui movimenti delle placche rigide (litosfera) su uno strato «fluido» (astenosfera).

La crosta oceanica è formata dal materiale del mantello che emerge in superficie. Anche la crosta continentale è formata da rocce di mantello, ma queste hanno subito vari processi geologici come il vulcanismo, la intrusione del magma, il metamorfismo, la erosione, il consolidamento di particelle, ecc. Questi processi hanno reso più leggere le rocce della crosta continentale. Pertanto, la crosta continentale è meno densa di quella oceanica e il suo spessore (tra 35 e 45 km) è molto più grande. Il fatto che la crosta oceanica sia affondata in media a 3.800 metri sotto il livello del mare e che la crosta continentale sia emersa in media a 850 metri sopra questo di questo è stato spiegato da un fenomeno noto come isostasia, basato sul principio di Archimede.



- 1_Crosta oceanica
- 2_Litosfera
- 3_Astenosfera
- 4_Crosta continentale
- 5_Zona di generazione del magma
- 6_Placca di Cocos
- 7_Placca nordamericana
- 8_Zona di generazione della crosta oceanica

- a_Golfo del Messico
- b_Sierra Madre Orientale
- c_Fascia vulcanica trans-messicana
- d_Sierra Madre del Sud
- e_Oceano Pacifico

CALORE INTERNO DELLA TERRA

Sappiamo che ogni sostanza ha una temperatura alla quale cambia stato, da solido a liquido e da liquido a gas (anche se ci sono alcuni materiali rari che vengono trasformati direttamente da solidi in gas, come la naftalina). Sappiamo inoltre che la temperatura specifica a cui avviene ogni cambio di stato dipende dalla pressione; infatti, quando la pressione è più alta c'è bisogno maggior temperatura per cambiare stato. L'esempio più noto è quello dell'acqua che bolle ad una temperatura più elevata a livello del mare rispetto a Città del Messico che si trova ad una altitudine di circa 2400 metri. Ecco perché le minestre a Puerto Vallarta (livello del mare) sono sempre più calde rispetto a quelle che si preparano a Toluca (2680 metri sul livello del mare). Qualcosa di simile accade all'interno della Terra.

Nel suo interno, la crosta terrestre è molto più calda di quello che il sole riesca a riscaldare in superficie. Questo lo sappiamo dalla temperatura all'interno delle miniere scavate in profondità, dalle fumarole, dalle acque termali e dalla roccia fusa che esce dai vulcani. La temperatura all'interno della crosta aumenta in media di 30° C per chilometro di profondità. Per esempio, all'interno di una miniera la temperatura può raggiungere i 50 °C. Anche la pressione aumenta perché è direttamente proporzionale alla profondità.

Il calore esterno della terra proviene dalla radiazione solare e il calore interno è dovuto a diverse cause. Nelle sue origini, il calore interno della Terra raggiungeva livelli molto elevati ed era generato principalmente dalle numerosissime collisioni di corpi spaziali come i meteoriti con la Terra. In seguito, terminata la fase delle collisioni, il calore è stato generato dalla decomposizione degli isotopi radioattivi. Sebbene il raffreddamento della Terra a contatto con il freddo siderale sia inevitabile, al suo interno si verifica anche il trasferimento di calore alla superficie, che avviene per conduzione, ma principalmente per convezione.

EFFETTI DEL CALORE INTERNO SULLA SUPERFICIE DELLA TERRA

Nell'astenosfera, la roccia non si comporta più come un solido, ma come un fluido di alta viscosità ed alta densità. Ciò è dovuto alle pressioni e temperature alle quali si trova. La viscosità dell'astenosfera è molto alta (anche se inferiore a quella della crosta), in modo tale da consentire il movimento continuo del materiale roccioso, sebbene questo occorra nell'arco di tempo di migliaia o milioni di anni. L'isostasia è lo stato di equilibrio gravitazionale in cui la litosfera fluttua sopra l'astenosfera, secondo il principio di Archimede. Quando sul continente il peso aumenta a causa

dell'accumulo di sedimenti o ghiaccio, la litosfera sprofonda e, se il peso diminuisce, a causa della fusione del ghiaccio o dell'erosione delle montagne, la litosfera ascende.

La litosfera è costituita da una serie di placche rigide. L'astenosfera, come l'atmosfera e l'idrosfera, consente la trasmissione del calore attraverso un «fluido», generando correnti di convezione. A causa dell'alta viscosità del materiale astenosferico, il movimento è molto lento, di pochi centimetri all'anno. Questo movimento di convezione nell'astenosfera spiega molti fenomeni di tettonica a placche. In Messico, il movimento nord-orientale della Placca di Cocos, situata sulla costa sud-occidentale, la fa affondare sotto la Placca Nordamericana in un processo noto come subduzione. Nel Golfo di California, una corrente ascendente e un indebolimento della litosfera consentono l'ascesa e la fuoriuscita del mantello sotto forma di magma, generando una nuova crosta oceanica e determinando l'espansione del fondo oceanico sotto il Mare di Cortés. Più a nord della penisola della Baja California c'è un movimento laterale tra due placche lungo la faglia di San Andrés.



ARCHIMEDE,

con la sua scoperta della vasca da bagno, ha contribuito a spiegare molti fenomeni che si verificano sulla Terra, come il clima (venti e correnti marine) la fuoriuscita del magma (vulcanismo) e la tettonica a placche (convezione termica nell'astenosfera), tra gli altri.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare i dottori Manuel Lozano Leyva, Teresa Orozco, Marina Manea e Vlad Manea, che hanno esaminato l'aspetto tecnico del manoscritto; Evangelina Rice e Adriana Myers, che hanno verificato che gli esperimenti possano essere facilmente riprodotti, e Jesús Silva che ci ha aiutato nella parte di formazione e montaggio tecnico.

SUGLI AUTORI

SUSANA A. ALANIZ ÁLVAREZ

Ricercatrice presso il Centro di Geoscienze dell'Università Nazionale Autonoma del Messico (UNAM). Ha conseguito il dottorato in Scienze della Terra nel 1996. Appartiene all'Accademia delle Scienze del Messico ed è accademica di numero dell'Accademia di Ingegneria. Ha scritto più di 57 articoli scientifici sulla deformazione della crosta superiore e la sua relazione con il vulcanesimo. Appartiene al Sistema Nazionale di Ricercatori, livello II. Tiene il corso di Geologia Strutturale nel programma di specializzazione UANAM in Scienze della Terra ed è caporedattore del giornale messicano di scienze geologiche. Nel 2004 ha ricevuto il premio Juana Ramírez de Asbaje assegnato dall'UNAM.

ÁNGEL F. NIETO SAMANIEGO

Dottore in Geofisica presso l'Università Autonoma del Messico. È professore di postlaurea universitaria e membro dell'Accademia delle Scienze del Messico. È stato presidente della Società Geologica Messicana; editore del volume commemorativo del centenario di detta società e appartiene a comitati di diverse riviste nazionali e straniere. Ha pubblicato 72 articoli sulla teoria della formazione delle faglie e sulla deformazione cenozoica del Messico. Attualmente è ricercatore del Centro di Geoscienze dell'UNAM a Juriquilla, Querétaro.

LUIS DAVID MORÁN TORRES

Nato a Città del Messico nel 1984. Ha studiato disegno grafico e si è laureato nel 2009 presso l'Università del Valle del Messico. È stato illustratore di vari libri di divulgazione per il Centro di Geoscienze della UNAM, così come per vari progetti museografici e culturali del Governo dello Stato di Querétaro. Ha partecipato ad esposizioni collettive in Messico e Svezia. Nel 2012 ha partecipato ad un soggiorno artistico nella Cité des Arts a Parigi, Francia. Attualmente lavora come pittore ed illustratore indipendente nella città di Querétaro.

A PROPOSITO DEI TRADUTTORI

GABRIELA SADURNÍ D'ACRI

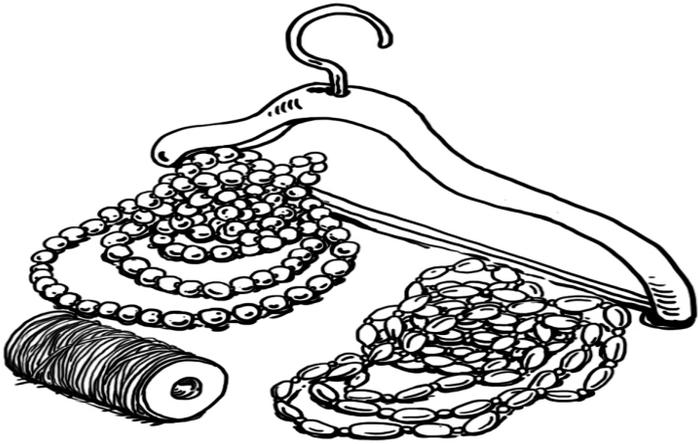
È laureata in Giornalismo e Comunicazine Colettiva Scuola Nazionale de Studi Professionali Acatlán dell' Università Nazionale Autonoma del Messico (UNAM). Ha fatto studi di Master in Linguistica Ispanica alla Facoltà di Filosofia e Lettere dell'UNAM. È Professoressa di Ruolo dell'area di Italiano nel Centro di Insegnamento delle Lingue della FES Acatlán, UNAM. È stata Segretaria Accademica e Segretaria d' Organizzazione dell' Associazione Messicana di Italianisti. Il suo lavoro accademico si è svolto nell'area di Comprensione dei testi scritti ed ha pubblicato presso la FES Acatlán, i manuali Io Capisco, e la serie di tre mauali Orizzonti di Lettura, per i corsi di Lettura in Italiano di questa Facoltà, ed aticoli sull'insegnamento della lettura in lingua straniera e sulla linguistica contrastiva italiano-spagnolo in libri ed antologie.

MICHELANGELO MARTINI

Si è laureato in geologia presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Universita di Pisa nel 2004. Ha fatto il dottorato presso il Centro de Geociencias dell'Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) e attualmente svolge attività di ricerca presso l'Istituto di Geologia della UNAM. La sua area di ricerca è l'evoluzione dei bacini sedimentari del Mesozoico associati alla rottura della Pangea.

MARIA LUISA PEDRAGLIO

È nata a Milano, Italia nel 1940, dove studiò ragioneria. Da sempre é stata appassionata di letteratura e delle culture di altri paesi particolarmente della America Latina. È stata in Messico in una decina di volte visitando quasi tutte le regioni di questo paese. Parla correttamente lo Spagnolo e tiene un corso a livello principiante di questa lingua per una associazione non governativa per persone della terza età.





Questo fascicolo beneficia del sostegno concesso da DGAPA-UNAM ai progetti: PE104916, responsabile per il quale è la dott.ssa Susana Alaniz Álvarez e PE400216 “Lingue straniere nella divulgazione delle scienze biologiche e della salute”, responsabile per il quale è Dr. Yadira Alma Hadassa Hernández Pérez, così come quella ricevuta dal CONACYT SEP_SEB 264549. Lo scopo comune è sostenere l’insegnamento e l’apprendimento dei contenuti scientifici nelle lingue straniere.



La impresión de este fascículo fue financiada por la
Coordinación de la Investigación Científica
de la
Universidad Nacional Autónoma de México



Predisposto per la Escuela Nacional Preparatoria UNAM

La serie di “Esperimenti semplici per capire una Terra complessa” è basata sull'elenco degli esperimenti più belli della storia, pubblicata dalla rivista *Physics World* nel 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 opuscolo di questa serie è dedicato a uno di questi esperimenti. Il nostro obiettivo è di farti capire, attraverso la sperimentazione, fenomeni che succedono sia nella nostra vita quotidiana sia nel nostro pianeta.

Questo opuscolo è dedicato all'esperimento della galleggiabilità di Archimede.

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.**

Puoi scaricare la serie completa sul sito web:
<http://www.geociencias.unam.mx>

