INCONTRI CON LA MATEMATICA

CONVEGNO NAZIONALE

INCONTRI CON LA MATEMATICA n.39

La didattica della matematica *con* e *per* la scuola

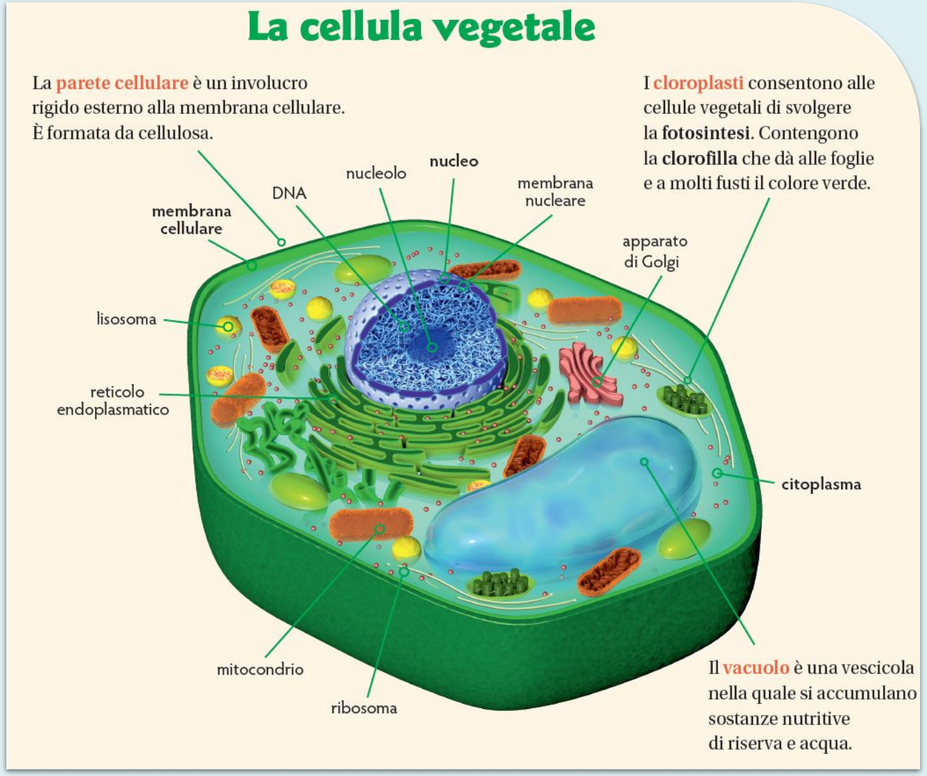
L'importanza della modellizzazione nell'insegnamento delle scienze e della matematica: un approccio investigativo (inquiry)

Vincenzo Boccardi e Ernesta De Masi

Rizzoli EDUCATION

Che cosa è un modello

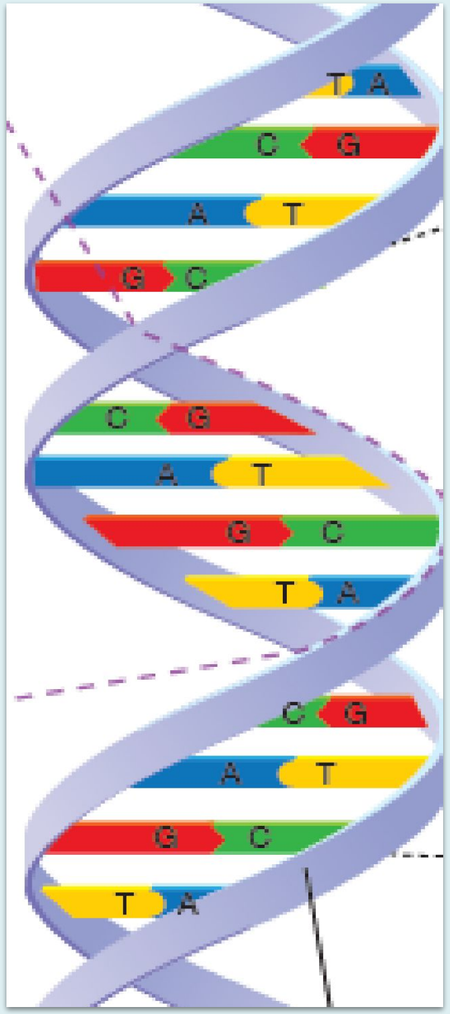
Un **modello**, nel contesto dell'insegnamento scientifico, è una rappresentazione semplificata e concettuale di un fenomeno, un sistema o un oggetto reale.
Non è il fenomeno stesso, ma uno strumento che aiuta a comprenderne le caratteristiche, i meccanismi e le relazioni.
I modelli sono essenziali per la didattica delle scienze perché rendono concetti astratti e complessi accessibili ad alunni e alunne, facilitandone la comprensione.



Modello di cellula vegetale
Immagine tratta da *Orientamento scienze* pag. C13

Tipi di modelli

Modelli fisici
Sono rappresentazioni tangibili e tridimensionali di oggetti o sistemi.
Un esempio comune è il modello del DNA a doppia elica, che permette agli studenti di visualizzare la struttura della molecola.
Altri esempi includono il modello del sistema solare o una cellula in 3D.

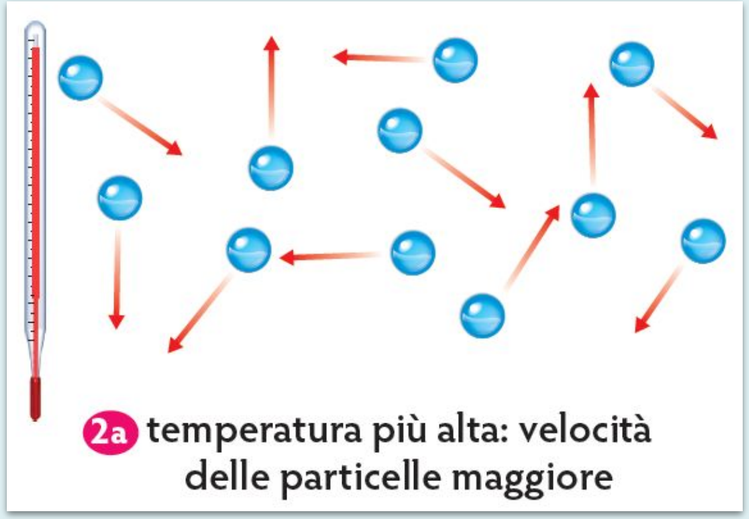


Il modello a doppia elica del DNA
Immagine tratta da *Orientamento scienze* pag. D204

Tipi di modelli

Modelli mentali
Sono costruzioni cognitive che si utilizzano per «rappresentare» il mondo.

Ad esempio, per spiegare il comportamento della materia al variare della temperatura, si fa riferimento al modello particellare: all'aumentare della temperatura aumenta il movimento di agitazione delle particelle che compongono la materia.



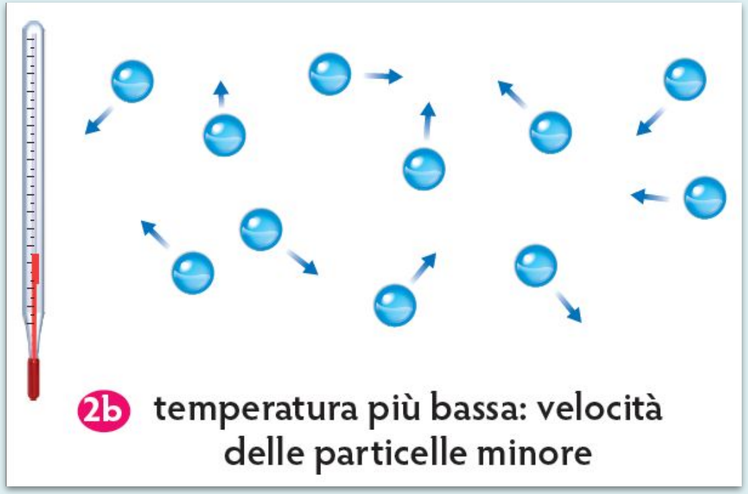
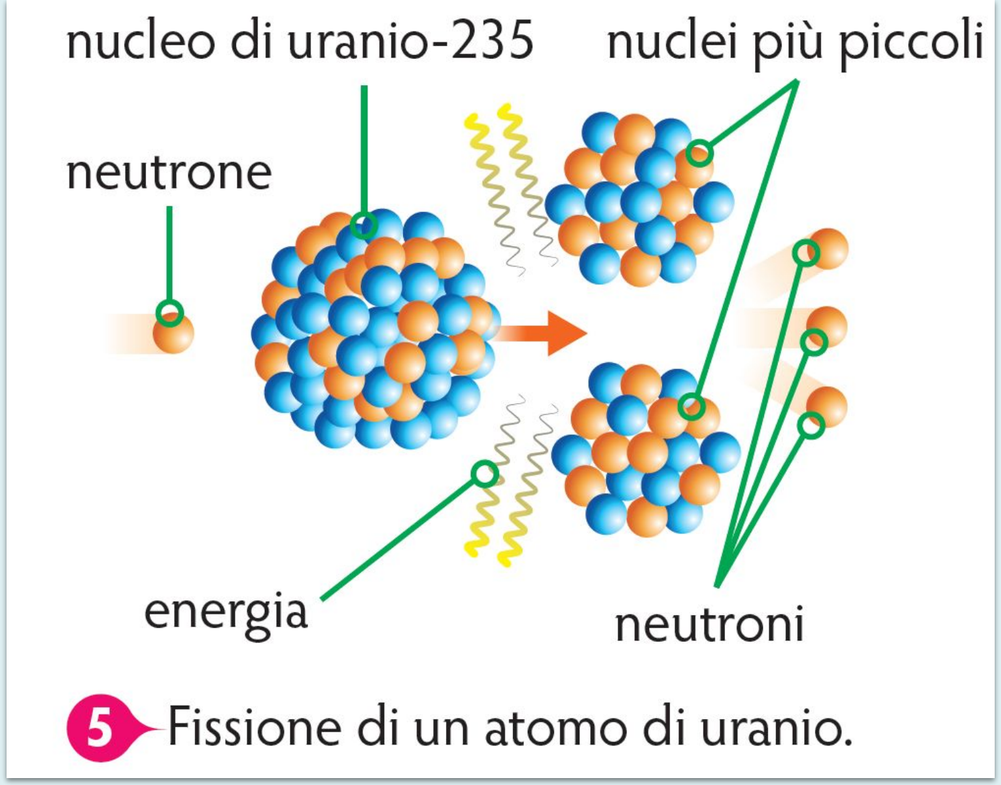


Immagine tratta da *Orientamento scienze* pag. A56

Tipi di modelli

Modelli matematici
Utilizzano equazioni, formule e simboli per descrivere relazioni quantitative e prevedere il comportamento di un sistema.

La formula $E = mc^2$ è un modello matematico che descrive la relazione tra energia e massa, e permette di calcolare l'enorme quantità di energia prodotta in una fissione nucleare.



5 Fissione di un atomo di uranio.

Immagine tratta da *Orientamento scienze* pag. A231

Tipi di modelli

Modelli grafici
Usano diagrammi, grafici e schemi per rappresentare visivamente dati e relazioni.

Un grafico che mostra la temperatura misurata in una città sempre alla stessa ora nei differenti giorni della settimana è un esempio di modello grafico.

Grafico della temperatura in differenti giorni della settimana.
Immagine tratta da Orientamento scienze pag. A21

Costruire modelli con un approccio investigativo

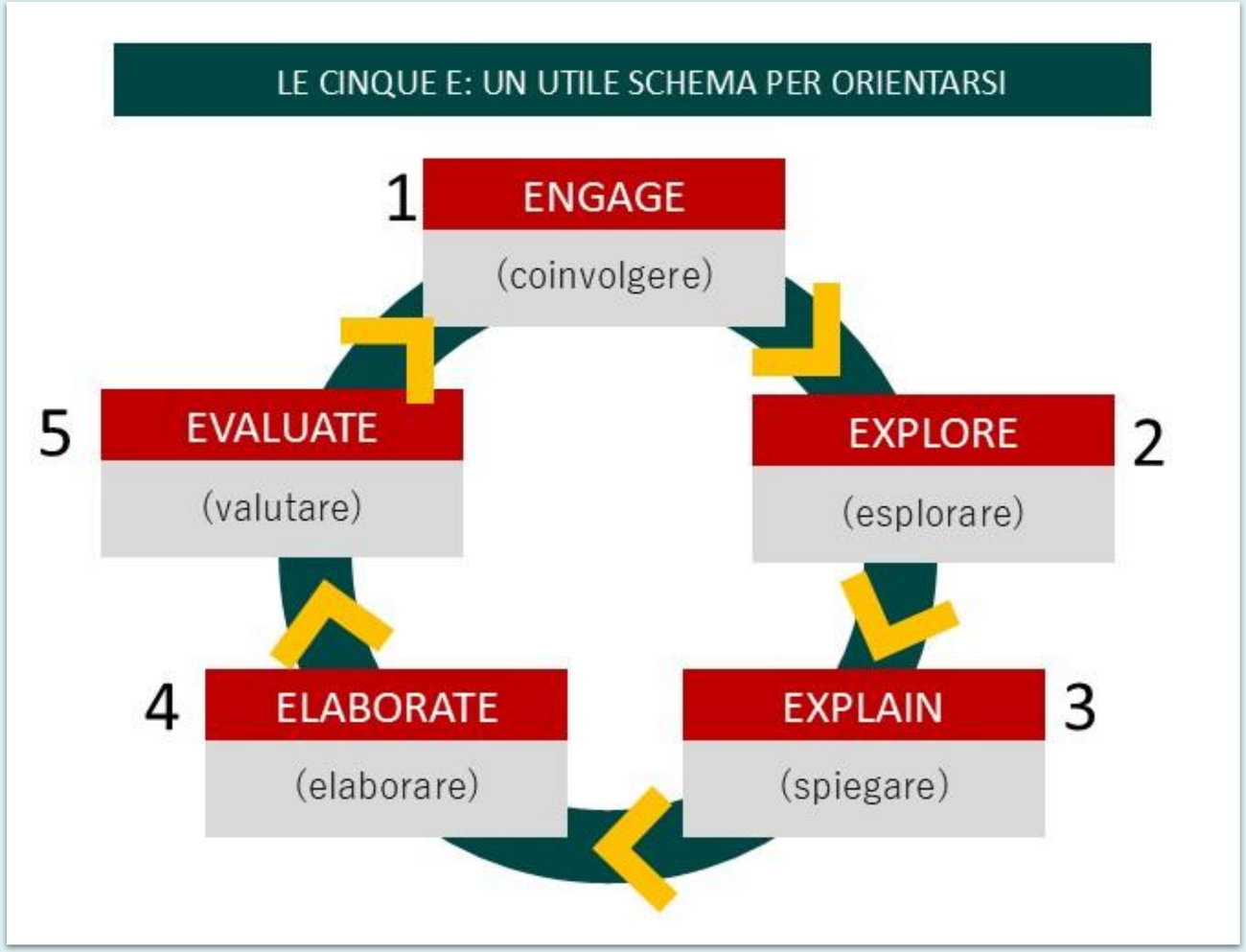
L'approccio investigativo (**IBL, Inquiry-Based Learning**) e, in particolare, la sua applicazione alle scienze (**IBSE, Inquiry-Based Science Education**) è una metodologia didattica che pone lo studente al centro del processo di apprendimento.
Alunni e alunne non ricevono passivamente informazioni dall'insegnante, ma sono guidati a porsi domande, formulare ipotesi, progettare e condurre esperimenti, raccogliere dati e, infine, trarre conclusioni.

Questo processo, che riflette il metodo scientifico, porta naturalmente gli studenti a costruire e affinare modelli concettuali.

L’apprendimento basato sull’inquiry

Si conoscono diversi modelli di insegnamento/apprendimento basati sull’inquiry.

Uno dei modelli più diffuso è quello conosciuto come «**5E di Bybee**».



Le cinque E

FASE	DESCRIZIONE
Engage ***Coinvolgere***	Gli alunni sono coinvolti con una **domanda investigabile sfidante** che: ● stimola la curiosità, li coinvolge a livello personale; ● crea connessioni con le loro esperienze pregresse, fa emergere concezioni errate. Per rispondere alla domanda gli studenti si confrontano tra pari: elaborano argomentazioni coerenti, ascoltano possibili alternative

FASE 1
ENGAGE
(convolgere)

Le cinque E

FASE	DESCRIZIONE
Explore ***Esplorare***	Gli alunni familiarizzano con il fenomeno da studiare **svolgendo esperienze concrete** in cui viene richiesto di **utilizzare le loro conoscenze per progettare o condurre investigazioni**. Osservano dati, raccolgono e analizzano evidenze sperimentali.

FASE 2
EXPLORE
(esplorare)

Le cinque E

FASE	DESCRIZIONE
Explain ***Spiegare***	L'insegnante guida gli studenti a spiegare i processi esplorati, elaborando argomentazioni coerenti, **per rispondere alla domanda**. Li aiuta a confrontare le nuove conoscenze acquisite e le conoscenze pregresse. Integra le conoscenze con l'introduzione del lessico specifico.
Elaborate ***Elaborare***	Attraverso nuove esperienze, gli alunni trasferiscono quanto imparato in **contesti nuovi**, sviluppano una comprensione più ampia dei concetti e ridefiniscono abilità e competenze.
Evaluate ***Valutare***	Gli studenti **autovalutano la propria comprensione** di quanto appreso e le abilità acquisite. L'insegnante **valuta i progressi** degli studenti nel raggiungimento degli obiettivi didattici ed educativi.

FASE 3
EXPLAIN
(spiegare)

FASE 4
ELABORATE
(elaborare)

FASE 5
EVALUATE
(valutare)

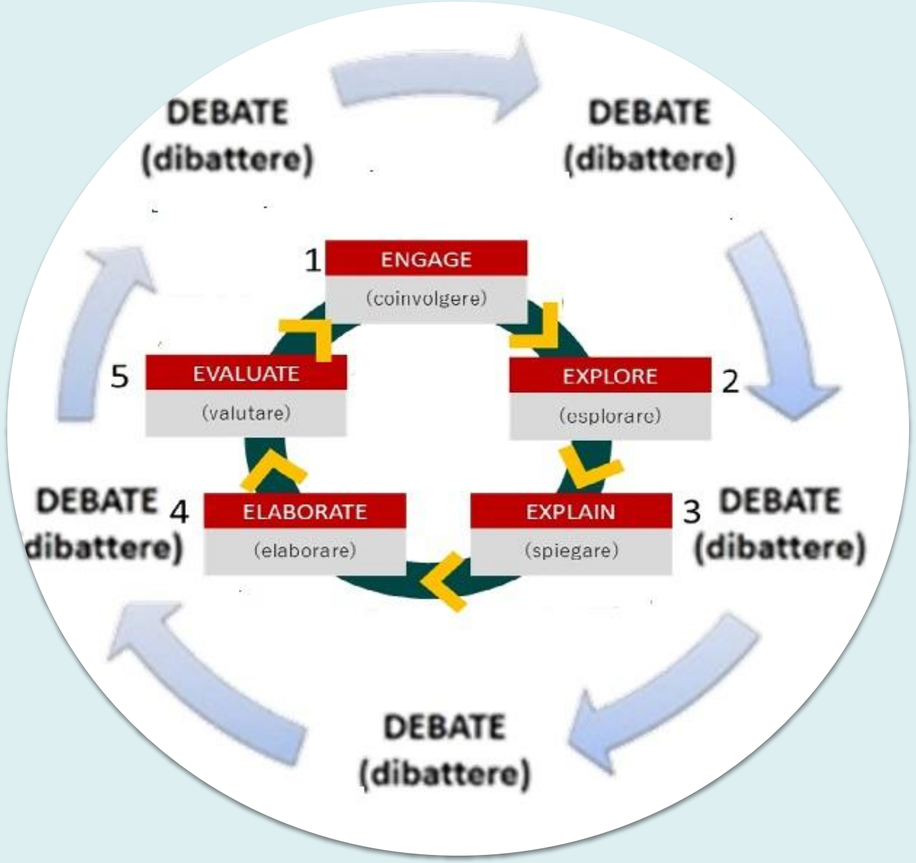
Il ruolo della discussione

La dimensione sociale dell'apprendimento svolge un ruolo significativo.

- **Imparare non è solo un processo individuale.**
- La ricerca di gruppo rafforza nei ragazzi la **fiducia nelle proprie capacità** di pensiero, li aiuta a **imparare dagli errori** propri e altrui, a saper **argomentare le proprie opinioni**.

Si acquisiscono **punti di vista nuovi**, si incontrano le **divergenze**, si negoziano **significati**, **si regolano i conflitti**.

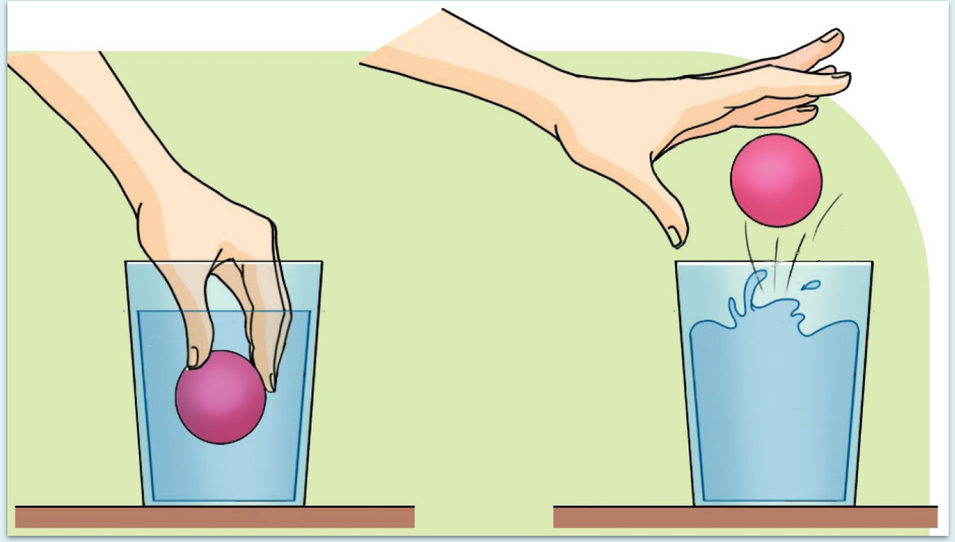
Il dibattito è presente in tutte le fasi dell'IBSE.



Un esempio di approccio investigativo in fisica: il galleggiamento

Si arriva alla formulazione del cosiddetto **Principio di Archimede** attraverso una sequenza di esplorazioni.

Si spinge verso il basso una pallina di plastica immersa in acqua per farla affondare.
La si lascia poi andare e si osserva che salta fuori dall'acqua: si sperimenta così che l'acqua esercita una forza, chiamata **spinta idrostatica**.



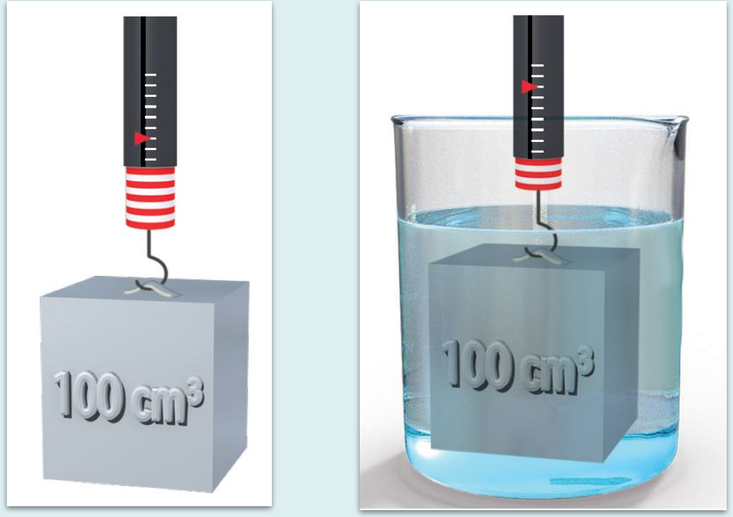
Pallina immersa in acqua (a sx) e lasciata libera (a dx): salta.
Immagini tratte da *Orientamento scienze* pag. A204

Un esempio di approccio investigativo in fisica: il galleggiamento

Si sospende a un dinamometro un oggetto abbastanza pesante da affondare in acqua: si segna il punto in cui si ferma l'indice dello strumento, si annota il peso.
Di seguito si immerge l'oggetto in acqua e si annota il peso in acqua: l'oggetto pesa meno, la spinta idrostatica lo spinge in alto.
Alunni e alunne pervengono, quasi sempre, in modo del tutto autonomo a scrivere la relazione:

Spinta idrostatica = peso in aria - peso in acqua

Guidati, traducono la relazione precedente in un'espressione con simboli.



Oggetto pesato in aria (a sx) e pesato in acqua (a dx).
Immagini tratte da *Alla scoperta* pag. A226

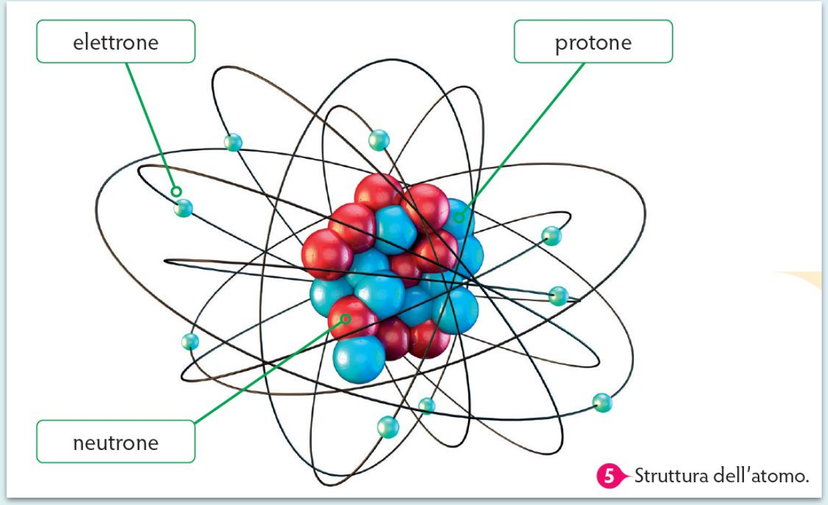
Approccio investigativo in fisica: il galleggiamento

Con un’altra semplice esplorazione, realizzata usando una bilancia idrostatica costruita con materiali poveri, pervengono poi all’enunciato del **Principio di Archimede**. Nel bicchiere di destra si mettono biglie per equilibrare i due bicchieri di sinistra: uno è vuoto e un altro è riempito di plastilina. Quando quest’ultimo bicchiere è messo in acqua, è necessario riequilibrare la bilancia ponendo nel bicchiere vuoto tanta acqua quanto ne ha spostata il bicchiere pieno di plastilina.

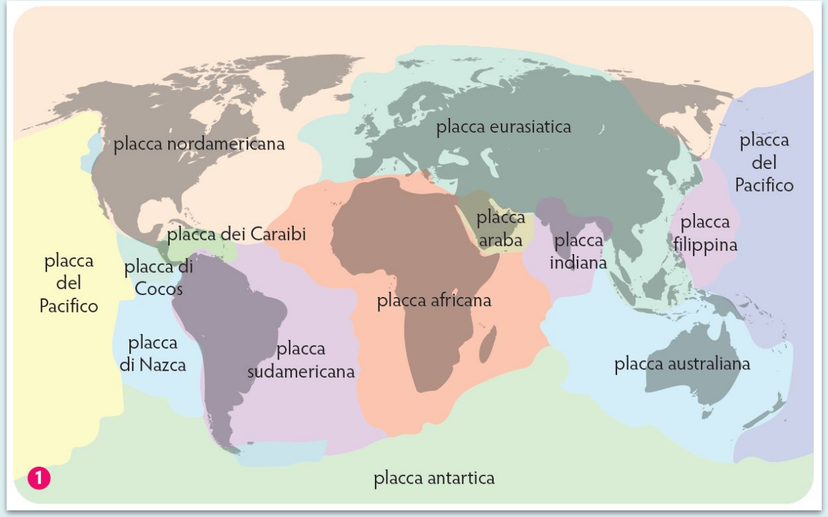
Le operazioni che conducono all’enunciato del Principio di Archimede.
Immagini tratte da *Tra le dita* pag. A229

L’esigenza di un modello

Quando si esaminano oggetti in scala microscopica, come l’**atomo**, o macroscopica, come il **movimento delle placche litosferiche**, l’esigenza di procedere per modelli è particolarmente forte. In questi casi la costruzione di un **modello** permette di ***“farsi un’idea plausibile”*** **di un oggetto la cui conoscenza non è accessibile in modo diretto.**



5 Struttura dell’atomo.



1

Immagini tratte da *Orientamento scienze* pag. A103 e B136

Un modello della struttura della Terra

Un esempio è il **modello dell'interno della Terra**. Conosciamo in modo diretto l'interno del nostro pianeta solo fino a circa 12 km di profondità, praticamente solo una "scalfittura" rispetto al raggio della Terra, che è di ben 6370 km! Le informazioni ottenute dalla propagazione delle onde sismiche all'interno della Terra hanno consentito di costruire un modello che identifica tre strati con differente composizione chimica: la **crosta**, il **mantello** e il **nucleo**.

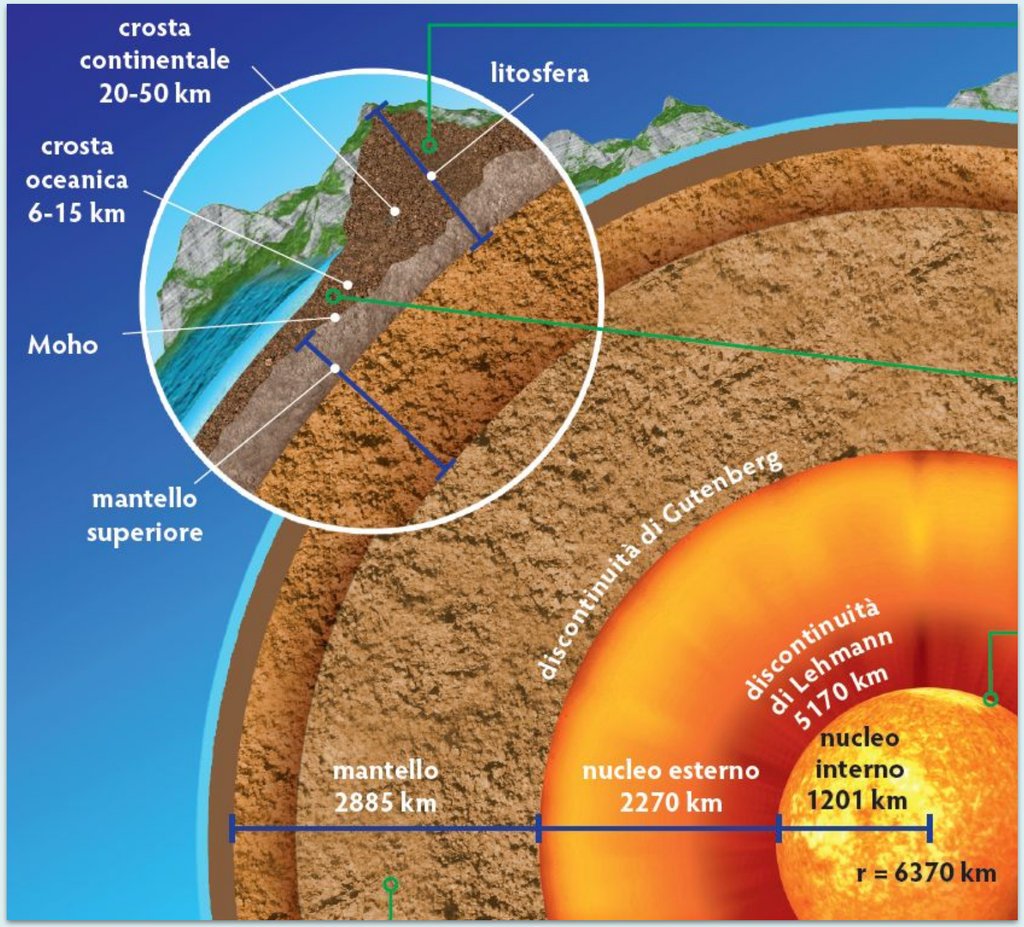


Immagine tratta da *Orientamento scienze* pag. B131

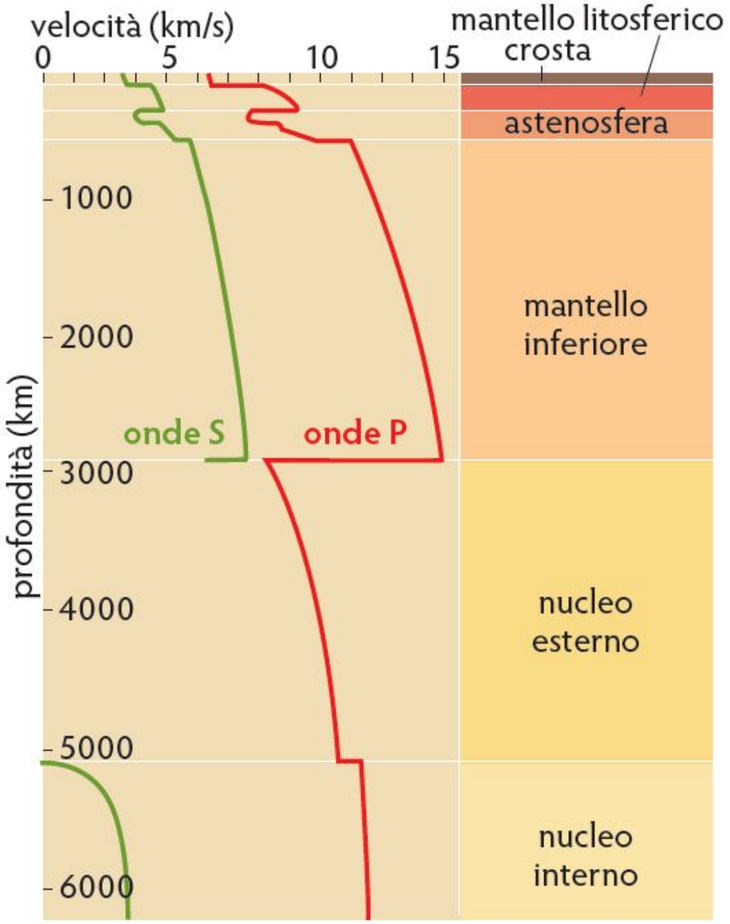
Le onde sismiche

La velocità delle onde sismiche cambia a seconda della composizione chimica, della densità e dello stato di aggregazione delle rocce che attraversano.
Studiando la loro propagazione all'interno della Terra è stato possibile individuare alcune superfici di discontinuità, che dividono l'interno della Terra in diversi strati:

- la **discontinuità di Moho**, situata a una profondità media di circa 35 km;
- la **discontinuità di Gutenberg**,
- situata alla profondità di circa 2900 km;
- la **discontinuità di Lehmann**, situata alla profondità di circa 5170 km.

I modelli che gli scienziati costruiscono per spiegare un certo fenomeno non sono definitivi e indiscutibili, ma in continuo perfezionamento. Devono essere sempre aggiornati con i nuovi dati a disposizione.

Immagine tratta da *Orientamento scienze* pag. B131



3 Velocità delle onde S e P passando da uno strato all'altro.

Un modello della struttura della Terra

Costruiamo un modello della Terra

Ti occorrono 5 cartoncini colorati (azzurro, marrone, giallo, rosso, grigio), forbici, un fermacampione, una matita e un compasso.

Prendi il compasso e traccia sul cartoncino azzurro un cerchio di raggio 13 cm; poi ritaglialo. Questo cerchio rappresenterà la superficie terrestre.

Ricalca dalle carte del tuo libro di geografia la forma dei continenti e incollale sul cerchio azzurro. Taglia uno spicchio corrispondente a un angolo di 90 gradi 1.

Ricava dal cartoncino marrone un altro cerchio di raggio 13 cm (la crosta terrestre), dal cartoncino giallo un cerchio di raggio 12,8 cm (il mantello), dal cartoncino rosso uno di raggio 7 cm (il nucleo esterno) e da quello grigio uno di 2,6 cm (il nucleo interno).

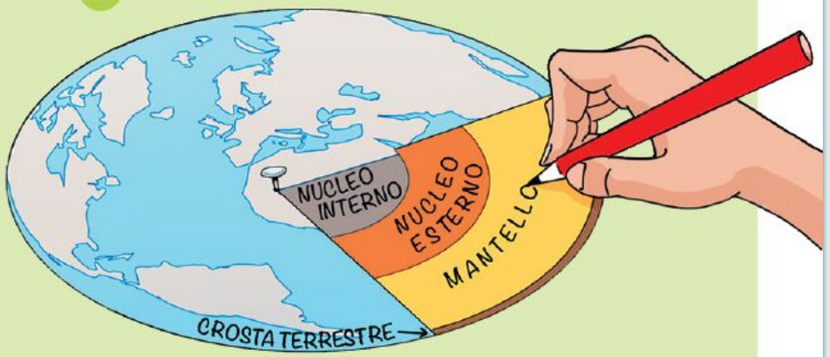
Immagine tratta da *Orientamento scienze* pag. B129

Un modello della struttura della Terra

Le dimensioni e i colori di tutti i cerchi da ritagliare sono riassunti nella tabella qui sotto.

strato	raggio del cerchio	colore
nucleo interno	2,6 cm	grigio
nucleo esterno	7,0 cm	rosso
mantello	12,8 cm	giallo
crosta	13,0 cm	marrone
Terra	13,0 cm	azzurro

2



Posiziona i cerchi uno sopra l'altro, facendo coincidere i loro centri e seguendo questo ordine: crosta-mantello-nucleo esterno-nucleo interno-Terra.

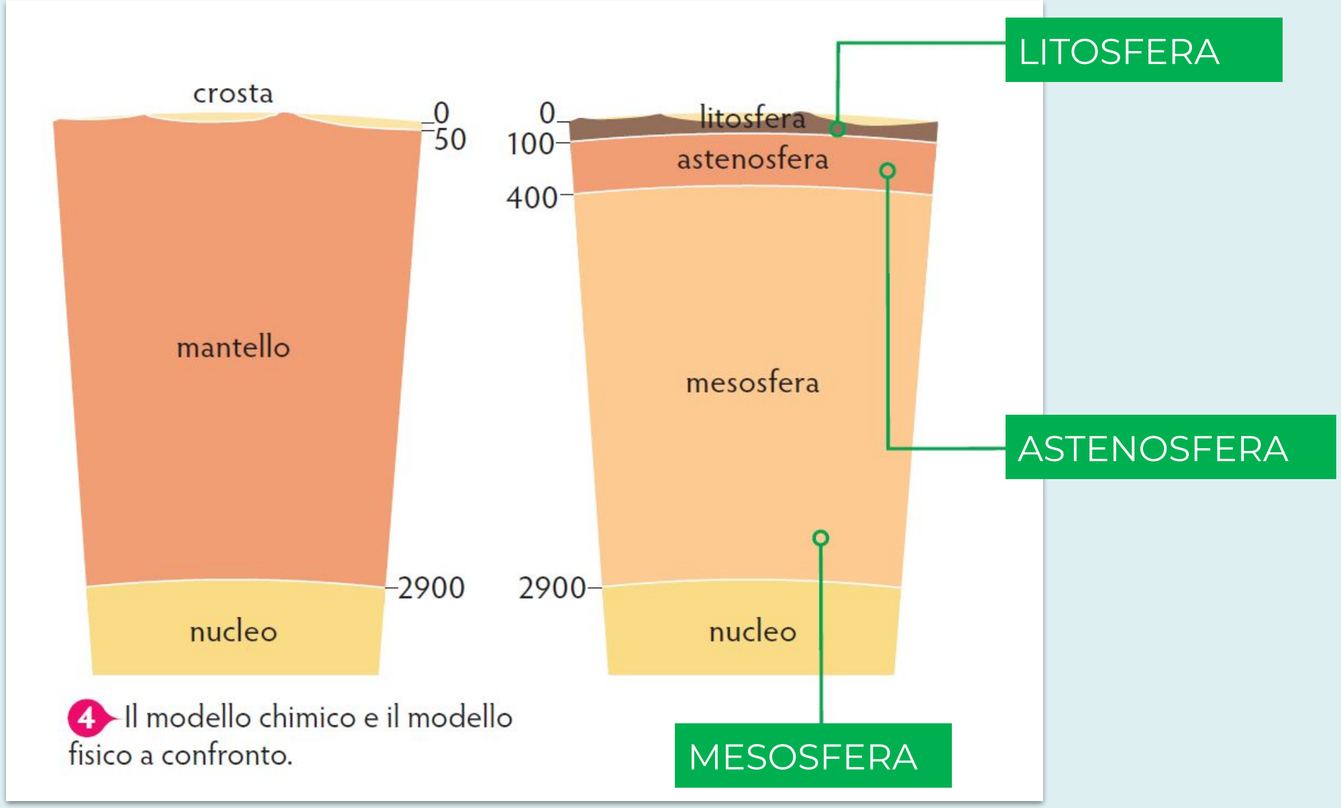
Prendi un fermacampione e fissa i cerchi facendolo passare nel centro di ciascuno di essi. Infine, con la matita, scrivi su ogni cerchio il nome dello strato 2.

- **Gli strati della Terra hanno tutti lo stesso spessore?**
  No, rispetto al mantello e al nucleo la crosta è molto più sottile

Immagine tratta da *Orientamento scienze* pag. B129

Modello chimico e modello fisico

Un modello diverso, basato sulle **proprietà fisiche** dei materiali, suddivide invece la Terra in **litosfera**, **astenosfera**, **mesosfera** e **nucleo**. La comprensione dei due modelli è fondamentale per poter successivamente affrontare lo studio del modello globale delle Scienze della Terra: la tettonica delle placche.

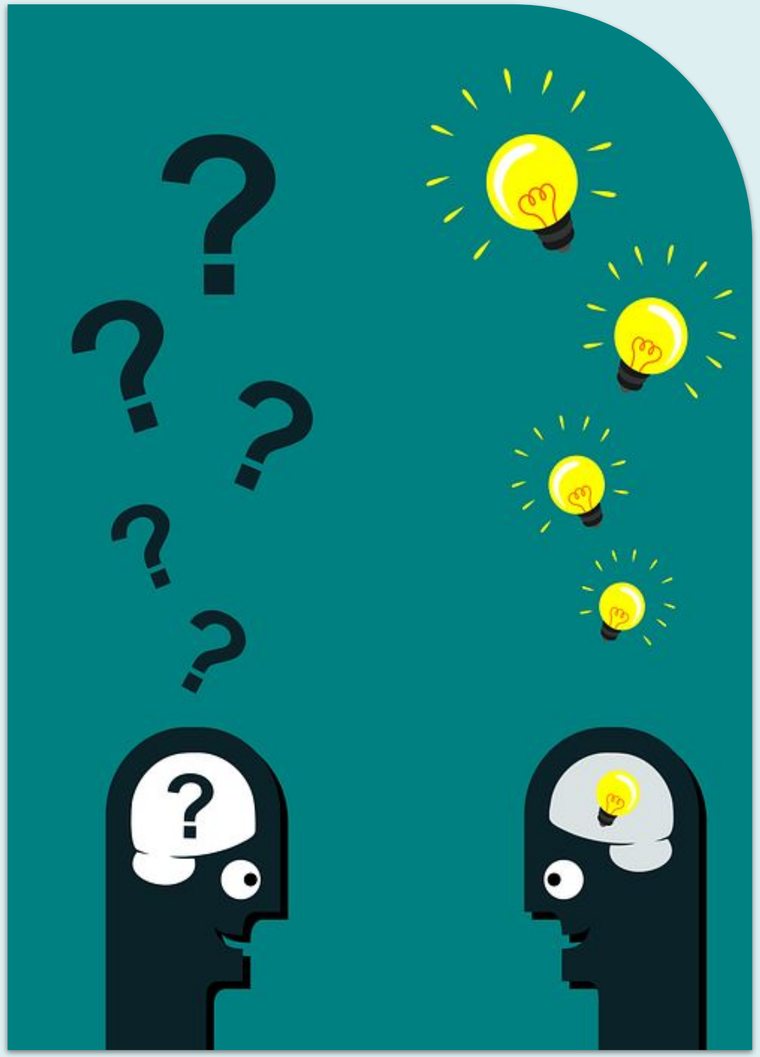


4 Il modello chimico e il modello fisico a confronto.

Immagini tratte da *Orientamento scienze* pag. B132

Modellizzazione e inquiry

Nella didattica delle scienze e della matematica la modellizzazione può svolgere un ruolo particolarmente utile nel produrre **rappresentazioni di fenomeni complessi**, attraverso esperienze in cui entrano in gioco **conoscenze disciplinari**, **manipolazione di sistemi materiali** e **interazioni tra i partecipanti all'indagine**, tutti aspetti chiave del metodo dell'**inquiry**.



”I buoni insegnanti [...]
non vogliono riempire le teste, perché
sanno piuttosto aprire dei vuoti.
Non amano le risposte, ma
promuovono le domande”.

Massimo Recalcati
L’ora di lezione. Per un’erotica dell’insegnamento
Einaudi, 2014

GRAZIE PER L’ATTENZIONE

Rizzoli

EDUCATION