A1 IL METODO SCIENTIFICO

CIAK si impara!

Puoi iniziare con
il filmato di 2 minuti
La crescita dei capelli

Un esercizio per cominciare

Il metodo scientifico si può applicare a qualsiasi osservazione che riguardi grandezze misurabili.
Completa il testo con queste parole:
capelli • dati • media • quanto

Tutti sappiamo che al passare del tempo i nostri capelli crescono. Ma se vogliamo scoprire ..... rapidamente crescono, dovremo raccogliere ..... sperimentali. Possiamo per esempio misurare la lunghezza dei ..... di una persona oggi, e poi di nuovo tra un mese.
E se ripetiamo la procedura per diverse persone, potremo trovare la velocità di crescita ..... dei capelli umani.

1 OSSERVARE E RAGIONARE

La scienza nasce dalla curiosità e dal desiderio di spiegare i fenomeni della natura, cioè di capire come avvengono e da che cosa sono causati

Nel linguaggio scientifico la parola «**fenomeno**» indica semplicemente qualcosa che accade, e che si può osservare. La pioggia per esempio è un fenomeno atmosferico, mentre il fuoco è un fenomeno chimico.

Lo **scienziato** (chiamato anche *ricercatore*) è un po' come l'investigatore dei romanzi gialli: raccoglie tante informazioni, le organizza e cerca di trarne conclusioni utili per risolvere un mistero.

Per fare questo lo scienziato segue un procedimento chiamato **metodo scientifico** o **metodo sperimentale**.

Il primo passo nel metodo scientifico è l'osservazione di ciò che accade

Osservare significa esaminare con grande attenzione.

Per osservare il mondo che ci circonda non usiamo soltanto gli occhi, cioè la **vista**, ma tutti **i nostri sensi** [A].

Talvolta però i sensi da soli sono inadeguati e dobbiamo aiutarli usando **strumenti di osservazione**.

Se per esempio vuoi vedere che forma ha un granello di sale, dovrai usare una *lente d'ingrandimento*; per oggetti ancora più piccoli ti servirà un *microscopio* [B], mentre per studiare bene le stelle occorre adoperare un *telescopio*.

A

B

I nostri sensi possono ingannarci, perciò usiamo gli strumenti di misura

Osserva attentamente la figura C: secondo te è più lungo il segmento blu oppure quello rosso? Prova a rispondere «a occhio», poi controlla con un righello.

Scoprirai che i tuoi occhi ti avevano ingannato.

Questo esempio dimostra che spesso è utile ricorrere a **strumenti di misura** (come il righello) che permettono di fare osservazioni corrette anche quando i nostri sensi ci porterebbero invece a conclusioni sbagliate.

C

Il secondo passo del metodo scientifico è la formulazione di ipotesi per spiegare ciò che si è osservato

Spesso, per capire il significato delle osservazioni fatte, bisogna ragionarci su.

Per esempio, osserva attentamente la foto **D**. Noti qualcosa di strano? Perché le impronte sulla neve si interrompono all'improvviso?

Per risolvere questo piccolo mistero facciamo qualche **ipotesi**, cioè qualche supposizione, cercando di immaginare che cosa potrebbe essere avvenuto.

Ecco per esempio tre ipotesi:

1. forse c'erano anche altre impronte, ma il vento le ha ricoperte con la neve;
2. forse chi ha lasciato le impronte si è alzato in volo;
3. forse la persona è ritornata indietro sui propri passi.

Poi le ipotesi che si sono formulate vanno verificate con l'esperienza

La prima ipotesi contraddice ciò che sappiamo per esperienza: se il vento avesse cancellato alcune impronte, avrebbe ricoperto un po' anche le altre, che invece sono intatte.

La seconda ipotesi andrebbe bene se le impronte fossero quelle lasciate da un uccello. Ma poiché sono di una persona, e sappiamo che le persone non volano, l'ipotesi non sembra accettabile.

La terza ipotesi invece può essere una buona spiegazione: infatti è facile camminare all'indietro nella neve, rimettendo i piedi nelle impronte già lasciate.

Abbiamo così completato un **ragionamento scientifico**.

RIASSUNTO: LE TAPPE DI UN RAGIONAMENTO SCIENTIFICO

1. Abbiamo osservato un **fenomeno nuovo**.
2. Per cercare di spiegarlo abbiamo fatto tre diverse **ipotesi**.
3. Poi abbiamo confrontato le ipotesi con le nostre esperienze e conoscenze.
4. Grazie a questa **verifica** abbiamo scartato due tra le ipotesi che avevamo fatto; accettiamo perciò la terza ipotesi come spiegazione del fenomeno.

La scienza non raggiunge mai conclusioni definitive e immutabili

Nel caso delle impronte nella neve, è possibile che vi siano altre buone spiegazioni che non abbiamo preso in considerazione.

Per esempio, chi ha lasciato le impronte potrebbe essere stato recuperato dal Soccorso Alpino, che potrebbe averlo portato via aggrappato a una corda calata da un elicottero.

In modo simile gli scienziati, quando trovano una spiegazione, non la considerano mai definitiva. Se si scoprono nuovi fenomeni o emergono nuove conoscenze, i ricercatori fanno nuove ipotesi, che poi mettono alla prova.

Ed è proprio in questo modo che **la scienza progredisce** e ci fa capire sempre meglio come funziona il mondo.

IMPARA A IMPARARE

Sottolinea i tre esempi di uso di strumenti di osservazione citati nel testo.

VIDEO NELL'EBOOK

Osservare al microscopio

METTITI ALLA PROVA

1 ●○○ **Completa lo schema delle tappe di un ragionamento scientifico. Usa queste parole:**
ipotesi • osserva • prova • scartano

1. Si ..... un fenomeno.
↓
2. Si fanno ..... per spiegarlo.
↓
3. Le si mette alla ..... .
↓
4. Si ..... alcune ipotesi.

2 ●○○ **Qual è nel linguaggio scientifico il significato del verbo *osservare*?**
- A Vedere
- B Guardare al microscopio
- C Esaminare attentamente
- D Fare qualche commento

3 ●○○ **Al passare del tempo la scienza progredisce, perché:**
- A gli scienziati diventano più intelligenti
- B gli scienziati in passato facevano molti errori
- C il metodo scientifico cambia nel tempo
- D si osservano fenomeni che prima erano sconosciuti

4 ●○○ **Scrivi i nomi dei nostri cinque sensi.**
1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

5 ●●○ **Scrivi due esempi di fenomeni a cui hai assistito oggi:**
1. .....
.....
2. .....
.....

6 ●●○ **Vuoi scoprire se i granelli dello zucchero assomigliano a minuscole palline o piuttosto a minuscoli cubetti.**
Indica due strumenti di osservazione che potresti usare per trovare una risposta.
1. .....
2. .....

7 ●●● **Una bicicletta è parcheggiata al sole; vuoi scoprire se è appena arrivata oppure se è lì da molto tempo. Come procedi, e quale senso usi?**
.....
.....

8 ●●● **Sei in spiaggia e vedi le impronte di qualcuno che è entrato in mare, ma noti che in acqua non c'è nessuno e non ci sono impronte che escono dal mare.**

Fai due ipotesi diverse per spiegare che cosa potrebbe essere successo.
1. .....
.....
2. .....
.....

Indagini

IL METODO SPERIMENTALE E LE SCIENZE

Il **metodo scientifico**, o **metodo sperimentale**, è basato su quattro passaggi o tappe principali:

1. *osservare* le cose che ci circondano e i fenomeni della natura;
2. *formulare ipotesi* per spiegare ciò che si è osservato;
3. *eseguire esperimenti* per mettere alla prova le ipotesi fatte e controllare così se siano valide oppure no;
4. esaminare i risultati degli esperimenti per *trarre le conclusioni*.

Spesso poi i risultati di un esperimento danno lo spunto per fare nuove ipotesi, e quindi per nuovi esperimenti con cui verificarle.

Quando un'ipotesi è stata verificata con uno o più esperimenti, e non è stata contraddetta da alcun esperimento, è chiamata **legge scientifica** (o talvolta **principio**).

Un'ipotesi più complessa e generale, che abbraccia diversi fenomeni, è detta **teoria scientifica**. Per mettere alla prova una teoria, normalmente occorre effettuare numerosi esperimenti diversi.

Le leggi e le teorie scientifiche sono sempre verità *provvisorie*, cioè non definitive: sono infatti ipotesi che restano vere soltanto fino a quando nuove conoscenze o nuovi esperimenti non le dimostrino false. Allora bisognerà trovare nuove leggi o teorie che spieghino meglio i fenomeni osservati.

I DIVERSI RAMI DELLA SCIENZA

Per studiare la natura con il metodo sperimentale, nel corso del tempo si sono sviluppati diversi rami della scienza, o **discipline scientifiche**.

Ecco alcuni esempi di discipline scientifiche:

CHIMICA

Studia la materia e come gli atomi si combinano tra loro formando molecole.

BIOLOGIA

Studia gli esseri viventi, compresi noi, per scoprire come sono fatti e come funzionano.

GEOLOGIA

Studia le proprietà e l'evoluzione nel tempo del pianeta Terra su cui viviamo.

ASTRONOMIA

Studia i corpi celesti che si osservano nell'universo.

ECOLOGIA

Studia le relazioni tra gli esseri viventi e gli ambienti in cui essi vivono.

ETOLOGIA

Studia il comportamento degli animali.

SVILUPPA LE TUE ABILITÀ

Spesso con la ricerca scientifica si scopre che le diverse discipline non sono del tutto separate tra loro, ma hanno aspetti comuni; nascono allora nuovi rami della scienza, che coinvolgono più discipline. Per esempio, nel secolo scorso è nata la *biochimica*. Sai immaginare che cosa studia questo nuovo ramo della scienza?

.....

.....

.....

2 FARE ESPERIMENTI E MISURAZIONI

Dopo aver fatto ipotesi, gli scienziati le mettono alla prova, per vedere se sono giustificate, facendo esperimenti

Un **esperimento** è una prova pratica che riproduce la situazione che ci interessa e permette di studiarla in dettaglio.

Per esempio ti sarà capitato di giocare con le «palline magiche», quelle palline di gomma dura e colorata che rimbalzano molto in alto [A].

Ma siamo proprio sicuri che rimbalzino più in alto delle altre palle?

A questa domanda puoi rispondere con un esperimento molto semplice: basta lasciar cadere una pallina magica e nello stesso istante una palla di altro tipo [B] (per esempio, da ping pong, da tennis o un pallone da calcio) e vedere quale delle due al primo rimbalzo raggiunge l'altezza maggiore.

Gli esperimenti vanno sempre eseguiti in modo controllato

Nel caso dell'esperimento sui rimbalzi, questo significa che:

- bisogna lasciar cadere le palle dalla stessa altezza;
- non bisogna spingerle verso il basso, altrimenti una potrebbe essere spinta con più forza dell'altra, e rimbalzerebbe di più;
- bisogna farle rimbalzare sulla stessa superficie: se una palla rimbalzasse sulle piastrelle e l'altra su un tappeto, è chiaro che la prima sarebbe favorita.

Le misurazioni servono per ottenere risultati quantitativi quando si fanno gli esperimenti

L'esperimento appena descritto è **qualitativo**, perché evidenzia la «qualità» di un fenomeno (cioè *quale* palla rimbalza di più) senza dare informazioni precise sulla sua «quantità» (cioè su *quanto* è alto il rimbalzo di ciascuna palla).

Se vuoi fare invece un esperimento **quantitativo**, dovrai **misurare** l'altezza dei rimbalzi delle diverse palle, usando come riferimento una scala graduata, per esempio come nella foto C.

Lascia cadere la pallina magica da un'altezza prestabilita, per esempio 100 centimetri da terra, in modo che essa rimbalzi a fianco della scala graduata.

Un tuo amico dovrà osservare da vicino il rimbalzo della pallina e misurare l'altezza che essa raggiunge.

Scoprirete che la misurazione non è facile: il fenomeno da osservare avviene velocemente, e i rimbalzi di una stessa pallina non sono tutti identici tra loro.

Per avere risultati sperimentali affidabili, bisogna ripetere più volte la misurazione e fare la media aritmetica delle misure ottenute

Fare la **media aritmetica** significa sommare tutti i valori misurati e poi dividere il valore totale ottenuto per il numero delle misurazioni che si sono effettuate.

Per esempio, se lasci cadere tre volte la pallina magica e misuri rimbalzi alti 90 cm, 85 cm e 86 cm, l'**altezza media del rimbalzo** è:

$$\frac{90 + 85 + 86}{3}\,\text{cm} = \frac{261}{3}\,\text{cm} = 87\,\text{cm}$$

Quando si scrive una misura, il valore numerico deve sempre essere seguito dall'unità di misura

Per esempio, la misura di un rimbalzo è «87 cm». Se scrivessimo soltanto 87, senza indicare l'unità di misura, non si capirebbe che cosa intendiamo dire.

Le misure sperimentali vanno organizzate in forma di tabelle e grafici

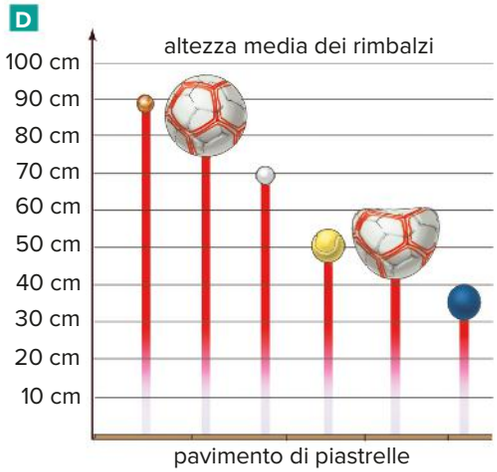
Ecco per esempio come si possono raccogliere i risultati di un esperimento in forma di tabella, e come se ne può dare una rappresentazione grafica [D]:

I risultati di un esperimento

Palla usata	Altezza del rimbalzo (valori misurati)	Altezza media del rimbalzo
pallina magica	90 cm, 85 cm, 86 cm	87 cm
pallina da ping pong	66 cm, 69 cm, 69 cm	68 cm
palla da tennis	48 cm, 49 cm, 44 cm	47 cm
pallone da calcio gonfio	75 cm, 72 cm, 75 cm	74 cm
pallone da calcio sgonfio	43 cm, 43 cm, 40 cm	42 cm
palla di gommapiuma	30 cm, 32 cm, 31 cm	31 cm

Tutte le palle sono cadute da un'altezza di 100 cm su un pavimento di piastrelle

D



La scritta al fondo della tabella è molto importante: quando riporti le misure, devi sempre descrivere le **condizioni** in cui le hai ottenute. In questo modo chi legge i risultati, se vuole, potrà ripetere l'esperimento.

Alla fine dell'esperimento bisogna ragionare sui risultati per interpretarli, cioè per capire bene che cosa significano

I risultati dell'esperimento certamente confermano che la «pallina magica» è quella che rimbalza meglio. Ma possono darti anche altre informazioni.

Per esempio, *perché* la pallina magica rimbalza così bene? E *perché* la palla di gommapiuma rimbalza poco?

Osserva il grafico e rifletti: le palle che rimbalzano di più sono tutte rigide, mentre quelle che rimbalzano di meno sono più facili da deformare [E].

Ecco allora una possibile interpretazione dei risultati dell'esperimento: la caratteristica che permette a una palla di rimbalzare molto in alto è la sua **rigidità**, che la rende più elastica.

E

RIASSUNTO: COME SI CONDUCONO GLI ESPERIMENTI SCIENTIFICI?

1. **Si isola il fenomeno che interessa** (nel nostro caso il rimbalzo delle diverse palline) cercando di tenere *costanti*, cioè fissate, tutte le altre condizioni (per esempio l'altezza da cui cadono le palline).
2. **Si fanno misurazioni**, cioè si associano numeri (i valori numerici delle *misure*) ai fenomeni.
3. **Si ripete più volte l'esperimento**, così da ottenere come risultato una misura *media* più accurata.
4. **Si riportano i risultati ottenuti in una tabella o in un grafico**.
5. **Si studiano i risultati** per capirli a fondo e poter trarre le giuste conclusioni.

IMPARA A IMPARARE

Sottolinea nel testo le condizioni che vanno rispettate per eseguire l'esperimento in modo *controllato*.

VIDEO NELL'EBOOK

I grafici

METTITI ALLA PROVA

1 ●○○ **Completa le regole da seguire quando si conduce un esperimento scientifico. Usa queste parole:**
fenomeno • grafico • misurazioni • ragiona • ripete

1. Si isola il ..... che interessa.
2. Si fanno ..... .
3. Si ..... più volte l'esperimento.
4. Si riportano i risultati in un ..... .
5. Si ..... sul significato dei risultati.

2 ●○○ **Quando si fa un *esperimento scientifico* bisogna:**
[due risposte giuste]

- A controllare le condizioni in cui viene effettuato
- B stare attenti a mantenere il segreto
- C fare in modo che altri possano ripeterlo
- D accertarsi che nessun altro abbia già fatto un esperimento simile

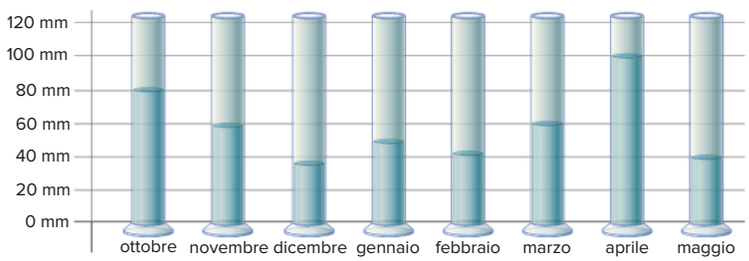
3 ●●○ **L'insegnante chiede a cinque ragazzi di misurare la larghezza della cattedra, usando un righello.**
I ragazzi ottengono questi risultati:
90 cm, 94 cm, 89 cm, 92 cm, 95 cm.
Qual è la larghezza della cattedra, secondo questa misurazione?
.....

4 ●●○ **In alcune città si è misurata la temperatura dell'aria in tre diversi momenti di una stessa giornata.**
I risultati sono riportati in questa tabella:

CITTÀ	TEMPERATURA			
	ore 10	ore 14	ore 18	valore medio
Milano	12,2 °C	15,4 °C	13,2 °C	.....
Roma	18,0 °C	22,5 °C	19,8 °C	.....
Palermo	22,1 °C	27,0 °C	25,9 °C	.....

Completa la tabella scrivendo nell'ultima colonna le medie aritmetiche dei valori della temperatura misurati nel corso della giornata in ciascuna città.

5 ●●○ **Durante un anno scolastico, i ragazzi di una classe hanno misurato quanta pioggia è caduta ogni mese nel cortile della scuola.**
Questo grafico raccoglie le loro misurazioni:



Qual è stato il mese più piovoso? .....
E il meno piovoso? .....
Quanta pioggia è caduta all'incirca in tutto l'anno scolastico? ..... mm

6 ●●● **Questa indicazione stradale di limite di velocità, a rigore, non è completa dal punto di vista scientifico.**
Sai dire perché?

.....
.....

Che cosa significa il cartello in Italia, e che cosa significherebbe invece in Inghilterra?
In Italia: .....
.....
In Inghilterra: .....
.....

Storia

GALILEO: INIZIA LA SCIENZA MODERNA

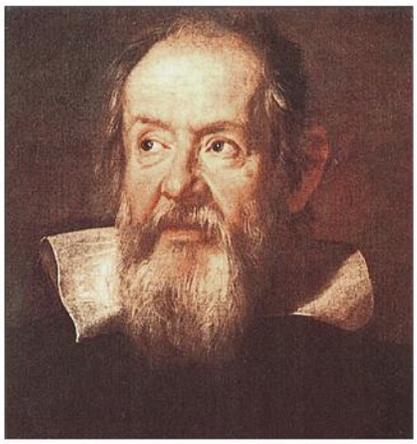
Nel Medioevo e nel Rinascimento le persone istruite, che erano una piccola minoranza, non avevano molto interesse per la scienza.

Si pensava che tutto ciò che c'è da conoscere sulla natura fosse già stato scoperto da **Aristotele**, un grande filosofo della Grecia antica.

Aristotele era stato un brillante osservatore e classificatore dei fenomeni naturali e degli esseri viventi, ma non aveva effettuato esperimenti per mettere alla prova le proprie intuizioni.

In realtà alcune ipotesi di Aristotele erano sbagliate, ma si tramandarono nei secoli come verità assolute: nessuno osava metterle in discussione.

Alla fine del Cinquecento però **Galileo Galilei** introdusse il **metodo sperimentale**. Egli diventò così il primo scienziato nel senso moderno del termine, e diede uno scossone alla visione aristotelica del mondo.



Galileo Galilei (1564-1642).

IL PENDOLO

Un giorno, durante la messa nel duomo di Pisa, Galileo notò un candeliere che oscillava, messo in movimento da chi aveva acceso le candele.

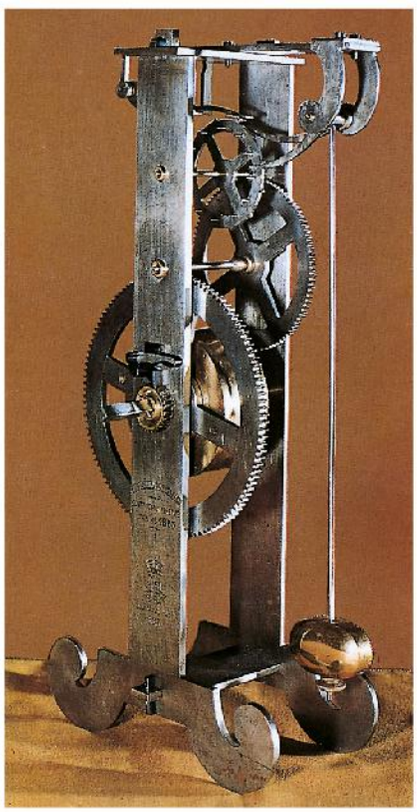
Al passare del tempo le oscillazioni diventavano sempre più piccole.

Galileo decise di controllare come cambiava il loro *periodo*, cioè il tempo impiegato per un'oscillazione completa, avanti e indietro.

All'epoca non esistevano cronometri, e Galileo usò le pulsazioni del proprio cuore per misurare gli intervalli di tempo. Con sorpresa scoprì che il periodo non cambiava, qualunque fosse l'ampiezza dell'oscillazione del candeliere.

Ripeté poi l'esperimento a casa, facendo oscillare un sasso appeso a una corda. Ebbe così la conferma di ciò che aveva misurato nel duomo, ma scoprì anche qualcosa in più.

Il periodo del pendolo non dipende dall'ampiezza dell'oscillazione, ma non dipende neppure dal peso del sasso utilizzato. L'unico modo per cambiare il periodo di un pendolo è variare la lunghezza della sua corda.



Galileo raccomandò ai medici di usare questo pulsometro, *basato sulle oscillazioni di un pendolo, per misurare la frequenza cardiaca.*

IL MOTO DI CADUTA

Dunque una pietra leggera e una pietra pesante, appese a un pendolo, impiegano lo stesso tempo per raggiungere la posizione più bassa.

Galileo ne concluse che anche in caso di caduta libera da una stessa altezza le due pietre dovevano impiegare lo stesso tempo per raggiungere il suolo.

Aristotele però aveva detto che gli oggetti pesanti cadono più rapidamente di quelli leggeri. Chi aveva ragione? Per stabilirlo ci voleva un **esperimento**.

Secondo la leggenda, Galileo lasciò cadere dalla torre pendente di Pisa due sfere di dimensioni eguali, una di legno e una, molto più pesante, di ferro: si vide allora che le due sfere toccavano terra nello stesso istante.

Così Galileo scoprì che **tutti gli oggetti in caduta libera, qualunque sia il loro peso, accelerano verso il suolo nello stesso modo**.

SVILUPPA LE TUE ABILITÀ

Perché era importante che le due sfere di legno e di ferro lasciate cadere da Galileo avessero le stesse dimensioni?

.....

.....

3 GLI STRUMENTI E GLI ERRORI DI MISURA

Gli strumenti di misura si possono classificare in base a tre caratteristiche importanti: la sensibilità, la portata e la prontezza

La **sensibilità** di uno strumento di misura è la più piccola misura che esso consente di ottenere. Puoi identificarla facilmente osservando la scala graduata dello strumento: la sensibilità è pari alla distanza tra due tacche consecutive della scala.

Per esempio, la sensibilità di un termometro da parete [A] è 1 °C, mentre quella del termometro clinico tradizionale [B] usato da medici e infermieri è 0,1 °C.

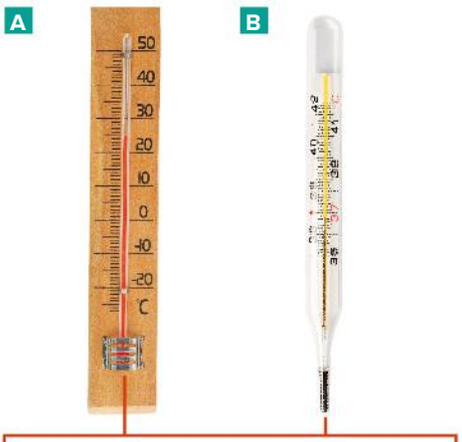
La **portata** di uno strumento di misura è il valore massimo o minimo che lo strumento può misurare. Anche la portata si riconosce osservando la scala graduata: corrisponde infatti ai suoi valori estremi.

Il termometro da parete della figura, per esempio, ha portata minima –27 °C e portata massima 50 °C. Invece il termometro clinico che vedi ha portata minima 35 °C e portata massima 42 °C.

La **prontezza** di uno strumento di misura è il tempo che esso richiede per fare la misurazione.

Questa caratteristica non si può valutare dall'aspetto dello strumento; bisogna osservarlo all'opera e vedere quanto tempo impiega per dare i risultati. Per esempio i termometri clinici tradizionali richiedono parecchi minuti per misurare la febbre.

Invece i moderni termometri digitali [C] misurano la temperatura nell'orecchio in pochi secondi; dunque sono molto più pronti.



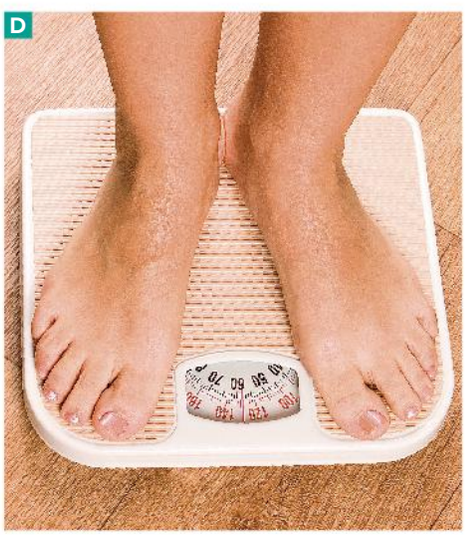
due termometri con **sensibilità** e **portate** diverse

In base alle caratteristiche di sensibilità, portata e prontezza si sceglie lo strumento più adatto al tipo di misurazione da effettuare

Per fare le misurazioni si usano strumenti scientifici diversi a seconda del bisogno.

Se per esempio vogliamo pesarci, è sufficiente che la bilancia abbia sensibilità di 100 grammi [D].

Invece un gioielliere, che pesa piccole quantità di sostanze preziose come l'oro, ha bisogno di una bilancia con una sensibilità di una frazione di grammo [E].



IMPARA A IMPARARE

Sottolinea le tre definizioni delle principali caratteristiche di uno strumento di misura.

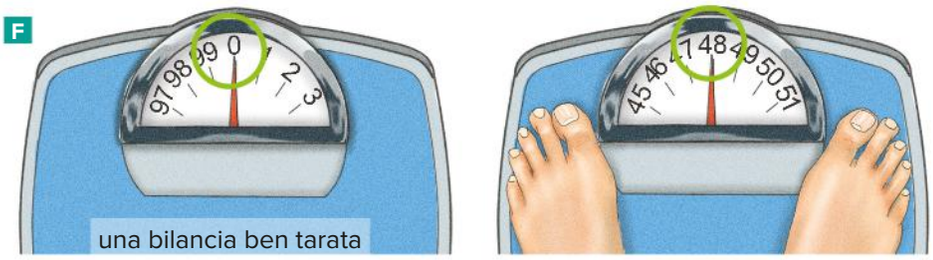
Le misurazioni sono sempre affette da errori, che possono essere di due tipi: errori sistematici ed errori accidentali

Anche se si misura con la massima cura e attenzione, eliminare del tutto gli **errori** è impossibile. Nessun esperimento perciò potrà mai misurare un fenomeno in modo «perfettamente esatto».

Uno strumento imperfetto produce misure affette da un errore sistematico, che si può eliminare correggendo le imperfezioni

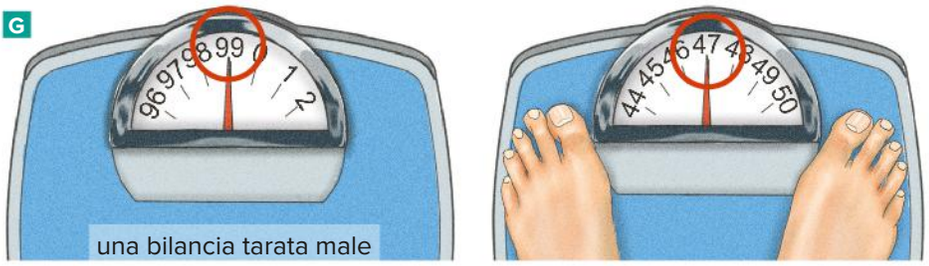
Una bilancia per esempio deve essere *ben tarata*, cioè deve indicare il valore 0 kg prima della misurazione, come nella figura F.

F



Se invece la bilancia «a vuoto» indica meno di zero [G], pesando si otterrà un valore *minore* del peso reale, ossia una misura **approssimata per difetto**.

G



E se invece all'inizio la bilancia indicasse più di zero, allora si otterrebbe una misura sistematicamente **approssimata per eccesso**.

Gli errori accidentali, o casuali, sono dovuti a fattori imprevedibili che agiscono durante la misurazione: non è possibile eliminarli del tutto

Per esempio, quando si cronometra un evento [H], persone diverse non ottengono la stessa misura: per tanti piccoli fattori imprevedibili, infatti, ognuno fa scattare il cronometro in istanti lievemente diversi.

H

misure affette da **errori accidentali**

$$\text{media} = \frac{10{,}30 + 10{,}65 + 10{,}55}{3}\ \text{s} = 10{,}50\ \text{s}$$

Le misure sono sempre inevitabilmente approssimate: il meglio che si può fare è ridurre al minimo gli errori

Gli **errori sistematici** sono sempre per eccesso o sempre per difetto. Invece gli **errori accidentali** possono essere per eccesso oppure per difetto.

Quando si identifica un errore sistematico, si può cercare di eliminarlo o si possono correggere i valori misurati per tenerne conto. Invece non è possibile eliminare del tutto gli errori accidentali.

Ecco perché è sempre bene ripetere più volte le misurazioni. Infatti gli errori accidentali, essendo casuali, tendono a compensarsi da una misura all'altra. Perciò se ne può ridurre l'effetto facendo la **media aritmetica** di tante misure.

VIDEO NELL'EBOOK

Sensibilità e portata

METTITI ALLA PROVA

1 ●○○

Quale tra queste *non* è una caratteristica importante di uno strumento di misura?

A Il colore
B La portata
C La prontezza
D La sensibilità

2 ●○○

Quale misura deve indicare, prima della misurazione, una bilancia pesa-persone ben tarata?

Risposta: ..... kg

3 ●○○

Quali sono le portate di questo termometro industriale?

portata minima: .....°C
portata massima: ..... °C

4 ●●○

Qual è la sensibilità di questo metro da sarto, in cui i numeri indicano valori in centimetri?

Risposta: ..... cm, cioè ..... mm

5 ●●○

Per misurare in modo scientifico la larghezza di un tavolo, bisogna fare la misurazione con un righello, non con le «spanne» delle mani. Per quale ragione?

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

6 ●●○

Tre ragazzi misurano la lunghezza del corridoio della scuola, trovando i valori 25,10 m, 24,99 m e 25,06 m. Come si può ridurre l'effetto degli errori casuali?

.....
.....

Quanto è lungo il corridoio?

.....

7 ●●●

Il tachimetro qui sotto è uno strumento di misura. Qual è la sua sensibilità, e quale la sua portata?

sensibilità = ... , portata = ...

In basso al centro c'è il contakilometri. Qual è la sua sensibilità, e quale la sua portata?

sensibilità = ... , portata = ...

8 ●●●

Ho comprato un termometro da parete, perché voglio misurare la temperatura media dell'aria in una stanza.
Penserei di appenderlo sopra un termosifone: è una buona idea, e perché?

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

D'inverno l'errore di misura sarebbe accidentale oppure sistematico, e perché?

.....
.....

9 ●●●

Le automobili che si guidano da sole hanno a bordo strumenti che misurano la distanza da tutti gli ostacoli. Sai dire perché è molto importante la *prontezza* di questi strumenti di misura?

.....
.....

Attività

MISURARE E STIMARE

MISURAZIONI DIRETTE E INDIRETTE

Con un righello puoi ottenere una **misura diretta** dello spessore totale di un libro.

Ma come faresti se volessi misurare lo spessore di *una pagina* del libro, che è troppo piccolo per essere misurato con la sensibilità del righello?

Puoi misurare con il righello lo spessore totale del libro, magari senza considerare la copertina (che di solito ha uno spessore maggiore).

A questo punto puoi dividere lo spessore totale per il numero dei fogli che compongono il libro (questo numero è la metà del numero delle pagine, perché ogni foglio ha una pagina davanti e una sul retro).

Otterrai così una **misurazione indiretta** dello spessore (medio) di un singolo foglio del libro.

OTTENERE LA STIMA DI UNA MISURA

Quando risulta difficile fare una misurazione precisa, si può fare un calcolo approssimato, in modo tale da **stimare** la grandezza che ci interessa.

Come puoi scoprire, per esempio, quanti chicchi ci sono in 1 kilogrammo di riso?

Ti conviene pesare 10 grammi di riso, che sono più o meno il contenuto di un cucchiaio.

Poi conta i chicchi che formano i 10 grammi che hai pesato, e infine moltiplica il risultato per 100.

Così otterrai una *stima* del numero di chicchi che ci sono in 100 × (10g) = 1000 grammi, cioè in 1 kilogrammo di riso.

SVILUPPA LE TUE ABILITÀ

Sapresti stimare il numero totale dei petali di margherita nella foto qui a fianco? Per trovare la risposta, completa questa formula:

..... (numero medio dei petali di un fiore) × ..... (numero dei fiori) =
= ..... (numero totale dei petali)

Come procederesti per *stimare* il numero delle auto che passano ogni giorno davanti a casa tua?

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

VIDEO NELL'EBOOK

Stimare un valore

4 LE UNITÀ DI MISURA

Misurare (o fare una misurazione) significa stabilire quante volte una certa unità di misura è contenuta nella grandezza misurata

Per misurare il rimbalzo di una palla, per esempio, si deve stabilire quante volte l'unità di misura chiamata *centimetro* è contenuta nell'altezza del rimbalzo che si osserva.

Per evitare confusioni, gli scienziati usano in tutto il mondo le stesse unità di misura, che sono quelle del Sistema Internazionale

Il **Sistema Internazionale** (o SI) è basato su **sette grandezze fisiche fondamentali**:

grandezza fisica	unità di misura	simbolo
lunghezza	metro	m
massa	kilogrammo	kg
intervalli di tempo	secondo	s
intensità di corrente elettrica	ampere	A
temperatura	kelvin	K
intensità luminosa	candela	cd
quantità di sostanza	mole	mol

Per tutte le altre grandezze (dette *derivate*) l'**unità di misura** è una combinazione delle sette unità di misura fondamentali.

Per esempio **nel SI la velocità si misura in metri al secondo (m/s)**.

Così se un atleta percorre i 100 metri in 10 secondi [A], diciamo che la sua velocità media durante la corsa è stata di 10 m/s.

Nella vita quotidiana, per comodità o per tradizione, spesso si usano unità di misura diverse da quelle del SI.

Per esempio, i tachimetri delle automobili misurano la velocità in kilometri all'ora (km/h), invece che in metri al secondo.

A

Per convertire le unità di misura si usano apposite formule

Vediamo per esempio come si trova la **formula di conversione** che permette di misurare la velocità in km/h, se si conosce la velocità in m/s.

Un'ora equivale a 3600 secondi, mentre un kilometro è pari a 1000 metri. Quindi:

$$1\,\frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1000\ \text{m}}{3600\ \text{s}} = 0{,}28\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Questa formula ci dice per esempio che se un'auto viaggia a 100 km/h, allora la sua velocità nel SI è 28 m/s (cioè 100 × 0,28 m/s).

La formula *inversa* è: 1 m/s = 3,6 km/h. Così, se un atleta corre a 10 m/s, significa che sta andando a 36 km/h (cioè 10 × 3,6 km/h).

IMPARA A IMPARARE

Rileggi la tabella e scrivi vicino a ciascuna delle seguenti unità del SI la grandezza che misura.

K (kelvin) .....

kg (kilogrammo) .....

m (metro) .....

s (secondo) .....

Quando si ha a che fare con numeri molto grandi o molto piccoli, risulta comodo e veloce usare le potenze di 10

Le potenze di 10 sono numeri come 10^{15}, 10^{4} oppure 10^{-7}.

Nei numeri scritti in questo modo il 10 è la **base** della potenza, mentre il numero più piccolo, in alto a destra del 10, è l'**esponente** della potenza.

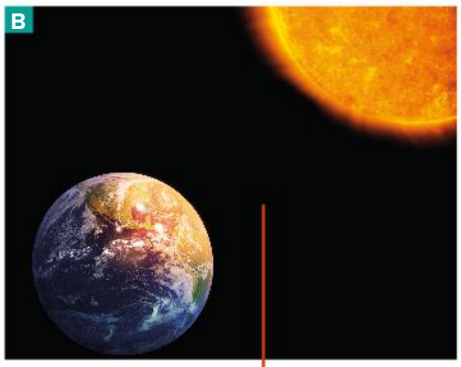
In una potenza di 10 l'esponente può essere positivo oppure negativo

- Se **l'esponente è positivo**, indica quante volte il numero 10 deve essere moltiplicato per se stesso (e la potenza è un numero maggiore di 1); per esempio:

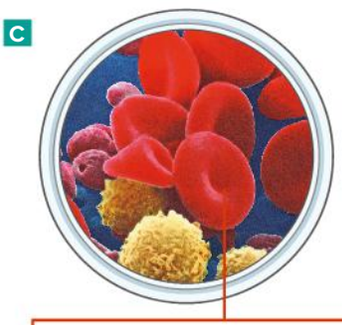
$$10^5 = \underbrace{10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10}_{5\ volte} = 100\,000$$

- Se **l'esponente è negativo**, allora la potenza di 10 è un numero minore di 1, ed è uguale all'inverso della potenza di 10 che ha lo stesso esponente positivo:

$$10^{-5} = \frac{1}{10^5} = \frac{1}{\underbrace{10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10}_{5\ volte}} = \frac{1}{100\,000} = 0{,}000\,01$$



la distanza tra la Terra e il Sole è di circa $1{,}5 \times 10^{11}$ m



i globuli rossi sono cellule con un diametro di circa 8×10^{-6} m

Ogni numero può essere espresso come una potenza di 10 moltiplicata per un fattore numerico

Per esempio, la distanza tra la Terra e il Sole [B] vale circa 150 000 000 000 m (150 miliardi di metri, cioè 150 milioni di kilometri); ma puoi scriverla in modo molto più compatto nella forma: $1{,}5 \times 10^{11}$ m.

Invece un globulo rosso [C] ha un diametro di 0,000 008 m (otto milionesimi di metro, cioè otto millesimi di millimetro), che si può scrivere nella forma compatta: 8×10^{-6} m.

Con le potenze di 10 si definiscono i multipli e i sottomultipli delle unità di misura

Per misurare la lunghezza di una strada per esempio usiamo il *kilo*metro, un multiplo del metro che è pari a 1000 m = 10^3 m.

Invece per i disegni di precisione usiamo il *milli*metro, un sottomultiplo del metro che equivale a 1/1000 m = 10^{-3} m.

A ciascuno dei **multipli** e dei **sottomultipli** più usati è associato un particolare prefisso, come mostra la tabella qui a fianco. Per esempio:

- dal salumiere chiediamo di solito una quantità di prosciutto espressa in *etti* (o *etto*grammi, cioè centinaia di grammi);
- il processore del computer ha una velocità che si misura in *giga*hertz, cioè miliardi di operazioni al secondo (10^9/s);
- le *nano*tecnologie permettono di costruire minuscoli apparecchi formati da pochi atomi, con dimensioni dell'ordine del miliardesimo di metro (10^{-9} m).

prefisso	simbolo	fattore di moltiplicazione
tera-	T	10^{12} = 1 000 000 000 000
giga-	G	10^{9} = 1 000 000 000
mega-	M	10^{6} = 1 000 000
kilo-	k	10^{3} = 1000
etto-	h	10^{2} = 100
deca-	da	10^{1} = 10
deci-	d	10^{-1} = 0,1
centi-	c	10^{-2} = 0,01
milli-	m	10^{-3} = 0,001
micro-	µ	10^{-6} = 0,000 001
nano-	n	10^{-9} = 0,000 000 001
pico-	p	10^{-12} = 0,000 000 000 001

METTITI ALLA PROVA

1 ●○○

Quali tra queste possono essere misure corrette di una velocità?
[3 risposte giuste]

- A 45 kilometri
- B 32 centimetri al secondo
- C 60,5
- D 120 kilometri all'ora
- E 1 metro all'anno
- F 1700
- G 12 secondi
- H 12 metri

2 ●○○

Il numero 10000000000 (dieci miliardi) si scrive come potenza di 10 nella forma:

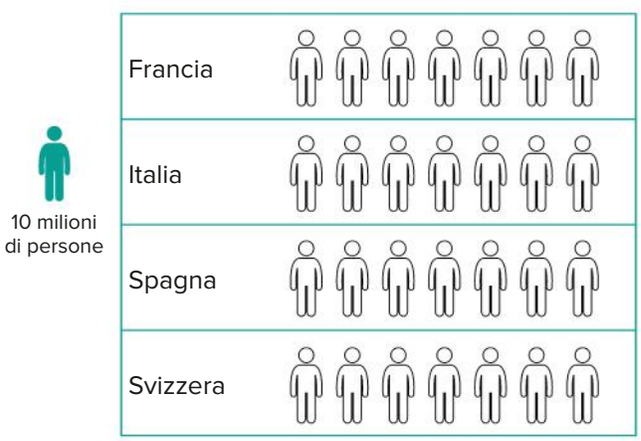
- A 10^{8}
- B 10^{10}
- C 10^{-8}
- D 10^{-10}

3 ●○○

Completa questa frase scrivendo le parole mancanti.
Misurare quanto è lungo un treno significa stabilire quante volte 1 metro, cioè l'..... di misura delle lunghezze, è contenuto nella ..... del treno.

4 ●●○

In Italia vivono all'incirca 60 milioni di persone, in Francia 65 milioni, in Spagna 47 milioni e in Svizzera 8 milioni.
Completa qui sotto una rappresentazione grafica della popolazione dei quattro stati, colorando da sinistra verso destra (del tutto o in parte) gli omini, che saranno la tua unità di misura.
Ogni omino completamente colorato rappresenta 10 milioni di persone.



5 ●●○

Un telefonino contiene un computer con un processore che lavora a 2,2 GHz (gigahertz). Quanto vale la sua frequenza, espressa in hertz come potenza di 10?

Risposta = ... Hz

6 ●●○

La Luna dista dalla Terra circa 380 000 kilometri. Scrivi questo valore come potenza di 10, usando le due diverse unità di misura indicate.
Distanza Terra-Luna = ... km = ... m

7 ●●○

Quanti metri percorre in ogni secondo un treno che viaggia a 300 km/h?
risposta = ... m
Qual è la velocità in km/h di chi corre i 200 metri in 20 secondi?
Risposta = ... km/h

8 ●●○

Una centrale genera una potenza elettrica pari a 60 MW. Quante famiglie potrà rifornire di elettricità, se ogni famiglia utilizza 3 kilowatt?
Risposta = ... famiglie

9 ●●●

Un piccolo batterio di forma sferica ha un diametro di 0,4 micrometri. Scrivi questo valore come potenza di 10, usando le due diverse unità di misura indicate.

Diametro del batterio = ... mm = ... m

10 ●●●

Un atleta percorre 100 metri in 10 secondi.
Una gazzella percorre la stessa distanza a una velocità di 72 km/h.

È più veloce l'atleta o la gazzella, e di quanto?
.....
.....

Attività COME RICONOSCERE UNA FALSA SCIENZA

Tra le **pseudoscienze**, cioè «false scienze», la più diffusa è l'astrologia (da non confondere con l'astro*nomia*, che è lo studio scientifico dei corpi celesti!).

Gli astrologi a ogni fine d'anno fanno previsioni per l'anno nuovo, sostenendo che «tutto è scritto e previsto dalla posizione di stelle e pianeti».

Queste previsioni sono basate su una visione primitiva e sbagliata dell'universo; tuttavia hanno molto successo di pubblico (a tutti piace avere l'illusione di conoscere il futuro...) e vengono riportate dagli organi di informazione.

Passato un anno, poi, gli astrologi si dedicano a nuove previsioni per l'anno successivo. Che cosa manca in tutto questo, secondo il metodo scientifico?

Manca la verifica! A fine anno, infatti, bisognerebbe andare a riesaminare le previsioni dell'anno precedente, per verificare quante tra le cose previste siano poi realmente accadute. Se fai la verifica, con l'attività descritta qui sotto, scoprirai che **gli astrologi sanno prevedere esattamente come chi tira a indovinare**.

Come mai allora alcune persone danno retta a chi sostiene di saper leggere il futuro? Gli astrologi sono astuti e usano principalmente due tecniche:

1. fanno parecchie previsioni molto vaghe e facilmente adattabili a tante situazioni diverse; così è probabile che qualche previsione risulti azzeccata;
2. tra le previsioni fatte in precedenza, ricordano soltanto quelle che per caso si sono avvicinate alla realtà, trascurando tutte le altre.

È come se un giocatore di freccette tirasse una freccetta a caso, e poi le disegnasse attorno il bersaglio per dimostrare di aver fatto centro!

METTI ALLA PROVA LE PREVISIONI DELL'OROSCOPO

1. Fotocopia la pagina degli oroscopi da una rivista vecchia di una settimana.
2. Scrivi sul quaderno i nomi di alcuni amici e amiche (almeno una decina), in colonna, ciascuno con a fianco il proprio segno zodiacale.
3. Ritaglia dalla fotocopia gli oroscopi relativi ai 12 segni zodiacali. Attenzione: nei ritagli devono comparire soltanto i testi, senza il segno a cui corrispondono.
4. Chiedi a ciascun amico di leggere tutte le previsioni e di scegliere quella che, a suo avviso, descrive meglio le cose che gli sono capitate nell'ultima settimana.
5. Scrivi sul quaderno per ciascun amico, in una terza colonna, il segno zodiacale corrispondente all'oroscopo scelto.
6. Infine confronta insieme agli amici i segni zodiacali veri con quelli degli oroscopi che hanno scelto.

Scoprirai che l'oroscopo scelto non corrisponde mai (o quasi mai) al vero segno zodiacale. I risultati saranno *casuali*: soltanto una volta su dodici, in media, un amico avrà scelto l'oroscopo con il segno «giusto».

Ciò dimostra che le previsioni degli oroscopi non hanno alcuna affidabilità: sono inutili.

SVILUPPA LE TUE ABILITÀ

Perché tutti gli oroscopi a prima vista paiono andar bene per tutte le persone?

.....

Perché le previsioni del tempo sono più scientifiche di quelle degli astrologi?

.....

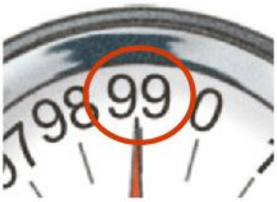
.....

.....

SVILUPPA LE TUE COMPETENZE

1 TROVA E SPIEGA!

Identifica l'immagine e completa la sua descrizione.



Dove si trova nell'unità questa immagine?
Risposta: a pagina .....

Questa bilancia non è ben ..... ; lo sarebbe se la lancetta indicasse il valore ..... .

2 IMPARA LE PAROLE

Indica quali caratteristiche delle persone sono soggettive, cioè valutate da ognuno in modo diverso, e quali invece oggettive, cioè misurabili in modo scientifico.

	soggettive	oggettive
l'altezza	☐	☐
il peso	☐	☐
la bellezza	☐	☐
la simpatia	☐	☐
la velocità nella corsa	☐	☐
l'eleganza nel vestire	☐	☐
la prontezza di riflessi	☐	☐

3 FAI DUE CONTI

Immagina questa situazione: riempi di liquido una siringa graduata e osservi, spingendo lentamente lo stantuffo, che il volume è diminuito di 1 ml (un millilitro) quando sono uscite 20 gocce.
Qual è il volume di una goccia del liquido? .....
Quante gocce contiene 1 litro del liquido? .....

4 INGLESE

Scrivi ciascuna di queste parole nella giusta posizione:
football • metre • tennis ball

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

5 COMUNICAZIONE

Immagina che in un'interrogazione ti vengano poste le domande che seguono.
Per ciascuna domanda devi preparare, come risposta, un breve discorso di non più di 1 minuto.

1. Che cos'è per uno scienziato l'osservazione?
2. Quali sono le tappe del metodo sperimentale?
3. Che cosa usiamo per osservare e misurare i fenomeni naturali?
4. Che cosa significa fare una misurazione?
5. In che modo si presentano i risultati degli esperimenti?

6 IN TRE SLIDE

Fai una ricerca e prepara una presentazione di tre diapositive che descriva un esperimento scientifico (anche molto semplice!).
Ogni slide deve contenere un titolo, due o tre brevi frasi e una immagine. La tua presentazione orale deve durare non più di 5 minuti.

7 INTERNET

Come si chiama la scienza che studia gli animali più antichi, come i dinosauri? Scoprilo con un motore di ricerca su Internet, digitando per esempio scienza "vita del passato" oppure "studio degli animali fossili" (se usi le virgolette come indicato, restringerai i risultati della ricerca).
Risposta: .....

8 L'ESPERTO SEI TU

Un'azienda che produce vetri antisfondamento ti chiede di progettare un esperimento per stabilire quale vetro sia più resistente. Ti vengono date tre lastre, di tre vetri diversi, e un mattone. Come procederesti?
.....
.....
.....
.....

VERSO I TEST INVALSI

LEGGI IL BRANO E RISPONDI ALLE DOMANDE

Un buon libro che racconta la scienza può tentare di descrivere l'intero universo osservabile, oppure concentrarsi su fenomeni che avvengono all'interno di cellule più piccole di una punta di spillo. Può occuparsi della vita sulla Terra, oppure della vita su Marte. In tutti i casi esplorerà le migliori informazioni che abbiamo oggi e i possibili modi per arrivare a saperne di più. E non pretenderà di essere altro che un resoconto provvisorio dalla frontiera della ricerca. Sarà attento ai fatti e molto diverso da un romanzo, ma non pretenderà di essere l'ultima parola.

da Tim Radford, *The Guardian*, aprile 2007

Chi scrive un libro che parla di scienza deve:

A spiegare il funzionamento dell'universo
B basare il racconto sulla fantasia
C informarsi sui risultati delle ricerche più recenti
D scegliere un tema molto ristretto e particolare

Quale tra questi *non* è probabilmente un buon argomento per un libro scientifico?

A La vita dei millepiedi
B La storia dell'invenzione dei telefoni cellulari
C La possibilità che esista vita sul pianeta Marte
D I superpoteri di un eroe dei cartoni animati

Che cosa intende l'autore del brano per «frontiera della ricerca»?

A Il confine oltre cui la scienza non può andare
B Il confine a cui è arrivata oggi la scienza
C Il confine tra scienza e invenzione romanzesca
D Il confine oltre cui non vale la pena di cercare

La ricerca scientifica:

A non arriva mai a verità conclusive e indiscutibili
B permette sempre di scoprire la verità
C si occupa soltanto delle grandi domande sull'universo
D risolve tutti i problemi dell'umanità

OSSERVA, RAGIONA, CALCOLA, SCEGLI

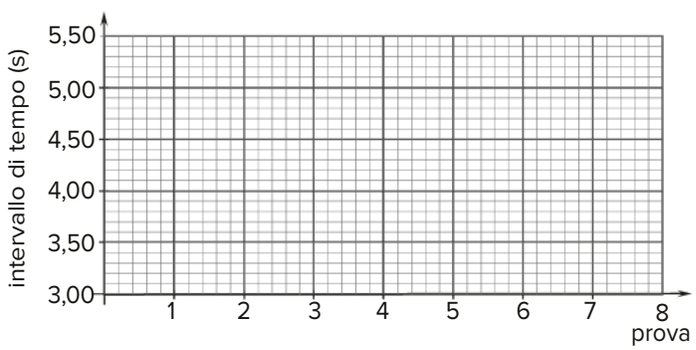
Scambio di messaggini
Anna e Bruno sono curiosi di sapere quanto impiegano i «messaggini» a viaggiare da un telefonino a un altro. Perciò si scambiano alcuni SMS e con un cronometro misurano il tempo che passa tra il momento dell'invio da un telefonino e il suono di arrivo sull'altro telefonino.

I risultati delle loro prove sono riassunti nella tabella che segue:

PROVA	SMS inviato da:	e ricevuto da:	dopo:
1	Anna	Bruno	4,53 s
2	Anna	Bruno	3,70 s
3	Anna	Bruno	5,11 s
4	Anna	Bruno	3,77 s
5	Bruno	Anna	4,50 s
6	Bruno	Anna	4,03 s
7	Bruno	Anna	4,44 s
8	Bruno	Anna	4,72 s

Qual è la misura del ritardo medio con cui si ricevono gli SMS, secondo questo esperimento? .....

Ora riporta sul diagramma i dati sperimentali come punti blu, poi traccia in rosso la linea orizzontale che corrisponde al valore medio trovato sopra.



Ora, osservando il grafico, rispondi a queste domande.
Quanti tra i ritardi misurati sono maggiori del ritardo medio?

.....

E quanti invece sono minori del ritardo medio?

.....

LE COSE DA RICORDARE

Completa il riassunto dell'unità con le parole-chiave elencate

- esperimenti
- ipotesi
- misura
- osservazioni
- scientifico
- sensi
- strumenti
- tabella
- unità
- valore

Il **metodo** ..... (o **sperimentale**) per studiare i fenomeni della natura si basa su quattro fasi:

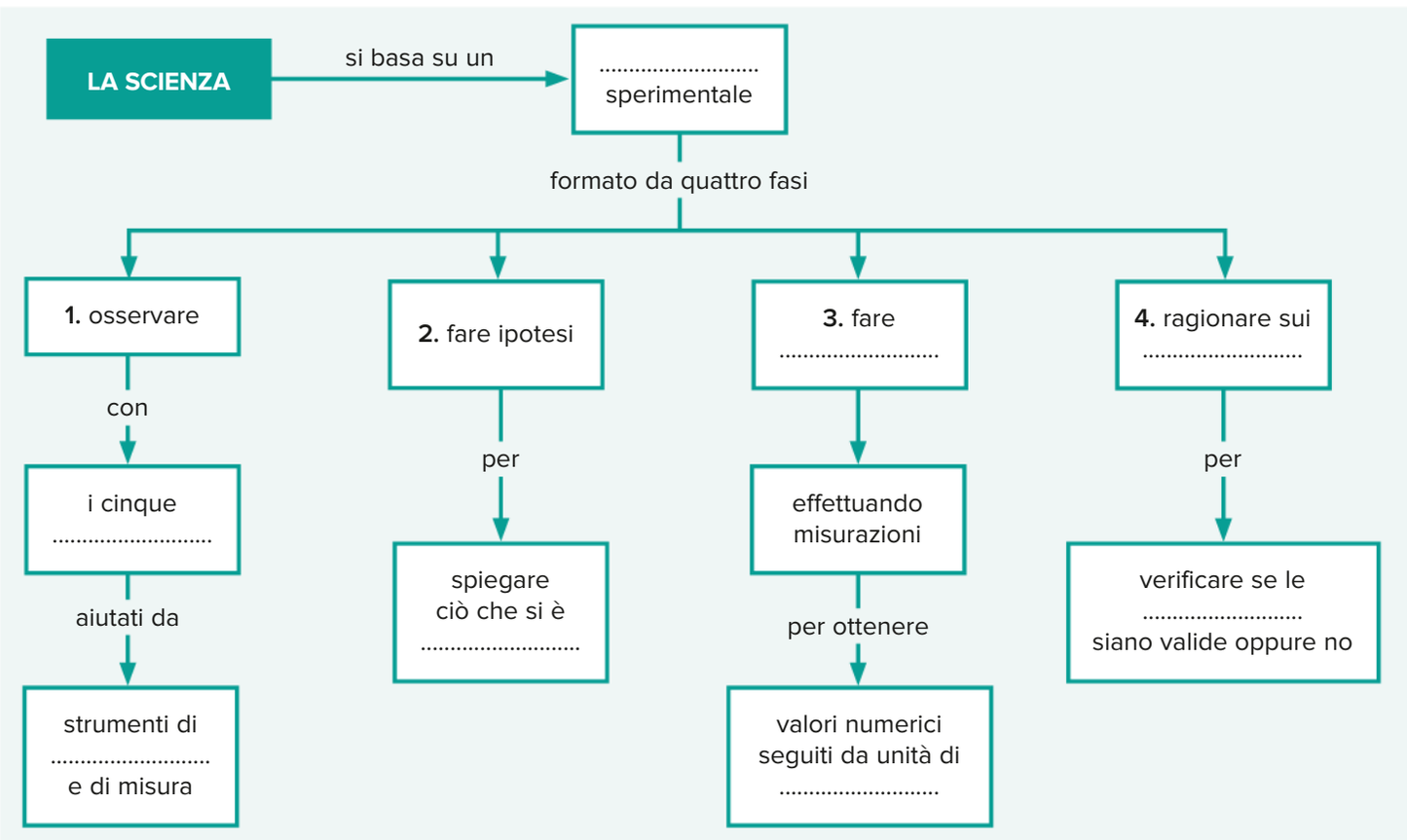
1. fare ..... ;
2. formulare **ipotesi**;
3. eseguire ..... ;
4. interpretare i **risultati**.

Per osservare usiamo ..... **di osservazione**, quando i nostri ..... non sono sufficienti o non risultano affidabili.

Per studiare i fenomeni in modo quantitativo, effettuiamo misurazioni usando **strumenti di** ..... .

Ogni **misura** è costituita da un ..... **numerico** seguito da una ..... **di misura**.

I **risultati degli esperimenti** si possono riassumere e comunicare di solito mediante una ....., oppure riportando i dati in un **grafico**.

La scienza progredisce grazie al continuo sviluppo di nuove ..... (dette anche **teorie**) che riescono a descrivere sempre meglio i fenomeni osservati.

Completa la mappa dei concetti scrivendo le parole che mancano