

IL METODO SCIENTIFICO

L'argomento può essere affrontato in ogni momento del curriculum scolastico.

Nella **scuola dell'infanzia** le misure come tali non possono essere introdotte a causa della mancanza di nozioni sufficienti sui numeri, ma si possono misurare gli oggetti o le distanze a braccia, piedi, palmi creando un'analogia con i primi sistemi che l'uomo ha utilizzato per misurare le lunghezze. Con l'introduzione dei numeri, **nei primi tre anni della scuola primaria**, si introducono le prime misure (di lunghezza e di tempo). Si possono quindi affrontare con il metodo scientifico la misurazione di alcuni oggetti o la durata di una certa azione. La costruzione del metro in classe introduce il concetto di precisione e di ripetizione delle misure. Viene inoltre presentata la figura dello scienziato come di colui che investiga sul perché delle cose.

Negli **ultimi due anni della scuola primaria** vengono presentate altre unità di misura e strumenti di misurazione più o meno precisi. Il metodo scientifico può essere studiato nelle sue differenti fasi. Si può iniziare a parlare di storia della scienza, attraverso racconti delle scoperte degli scienziati del passato, trasmettere la nozione di cura (e quindi di precisione) nella progettazione di un esperimento e nella sua realizzazione. La bilancia e l'orologio di Ctesibio sono esperienze facilmente realizzabili e di grande valore.

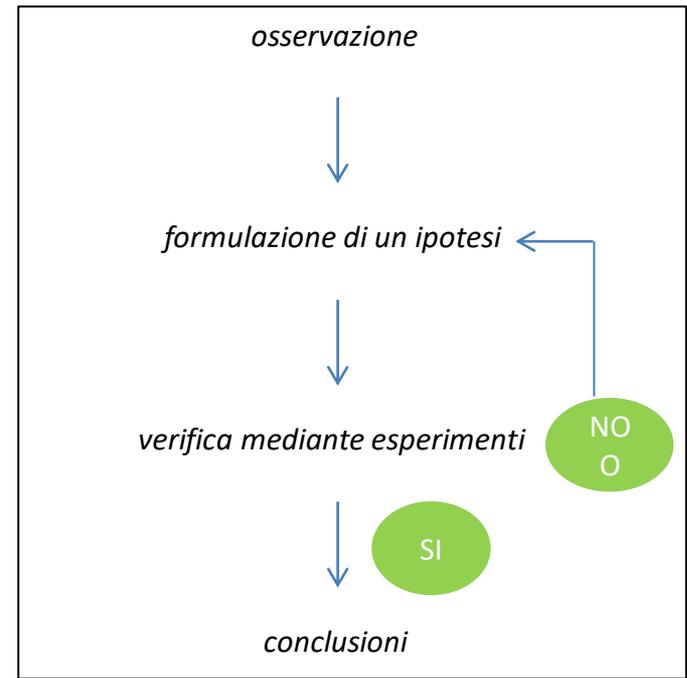
IL METODO SCIENTIFICO

Il metodo **scientifico** o **sperimentale** è una serie di passaggi che servono come guida per gli studi scientifici.

Se l'ipotesi è sbagliata e l'esperimento per verificarla non riesce, è necessario formulare un'altra ipotesi e verificare anche questa procedendo fino a che gli esperimenti di verifica (che devono essere sempre più di uno) non ci convincono pienamente. A quel punto si possono trarre le conclusioni!

Le Parole delle scienze

Verificare vuol dire fare una prova per capire se ciò che si pensa è giusto. **L'ipotesi** è l'idea provvisoria da verificare



Ogni volta che ti verrà chiesto di fare un esperimento:

- pensa a tutte le cose che conosci di quell'argomento
- osserva attentamente il risultato
- trai le conclusioni

Scopriamo il metodo scientifico nella storia dello studio dei fenomeni celesti

L'uomo è sempre rimasto affascinato dalla bellezza della volta celeste e dai fenomeni che in essa avvengono. Le conoscenze astronomiche in passato erano importanti anche per lo svolgimento della vita agricola e per la fissazione delle feste religiose.

I primi tentativi di descrivere con precisioni i fenomeni astronomici sono stati fatti dai Babilonesi, ma una perfetta sistemazione e una spiegazione scientifica dei fenomeni è stata opera dei Greci.

Fin dal tempo delle prime civiltà, l'uomo si è preoccupato di studiare e conoscere l'Universo. I primi a occuparsene furono i sacerdoti. Essi non erano coinvolti nelle guerre, non dovevano lavorare o procacciarsi cibo e potevano dedicarsi all'osservazione del cielo, alla produzione di medicinali e all'osservazione dei fenomeni meteorologici.

DA ARISTOTELE A GALILEI FINO AD OGGI



Pannello degli dei a Palenque

Osservatorio astronomico a Palenque

L'uomo si è preoccupato di studiare e conoscere l'Universo. I primi a occuparsene furono i sacerdoti. Essi non dovevano fare la guerra, lavorare o procacciarsi cibo e potevano dedicarsi all'osservazione del cielo, alla produzione di medicine e all'osservazione dei fenomeni meteorologici.



Con la nascita della **filosofia** (l'amore per il sapere, dal greco *philèin*, amare e *sophìa*, sapienza), furono i filosofi a cercare di spiegare i fenomeni. Alcuni di loro (Socrate, Platone, Aristotele) si basarono solo sull'osservazione dei fenomeni e sul ragionamento, ma altri (Ctesibio, Archimede, Euclide) furono veri scienziati e a loro dobbiamo la nascita della scienza e della matematica.
La famosa scuola di Atene rappresentava il trionfo della «scienza» dell'epoca.



Raffaello Sanzio: scuola di Atene

La cosmologia di Aristotele (IV sec a.C.)

Non possedendo alcuna teoria fisica sul perché i pianeti si muovono in orbite, i greci immaginarono modelli nei quali i corpi celesti si dovevano necessariamente muovere secondo orbite circolari.

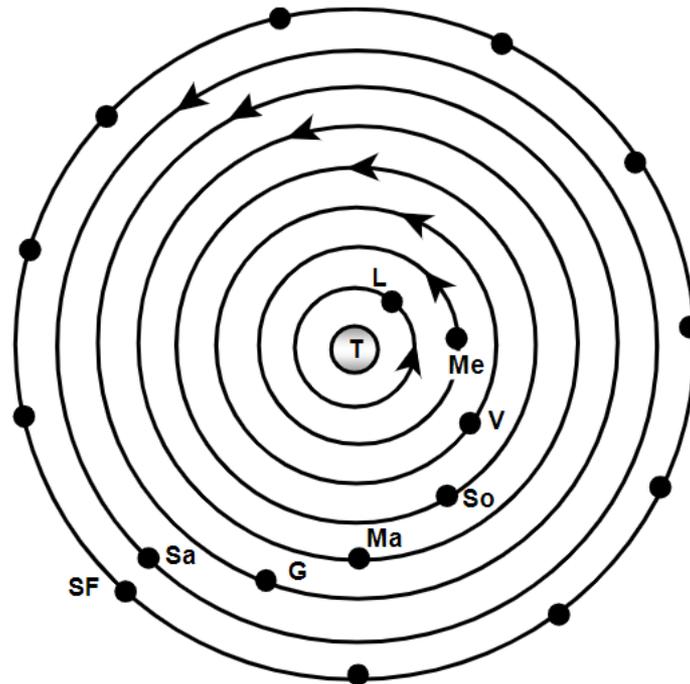
In questo modo veniva colmata la carenza di una teoria fisica e nello stesso tempo andavano d'accordo con l'idea della perfetta simmetria della sfera enunciata da Platone.

Aristotele (384-322 a.C.) accettò in pieno la teoria di Eudosso di Cnido (408-355 a.C.), che per primo elaborò un sistema matematico sulle sfere celesti, ovvero il sistema delle sfere cristalline, col quale potevano essere spiegati (in realtà, solo in parte) i complessi movimenti dei pianeti.

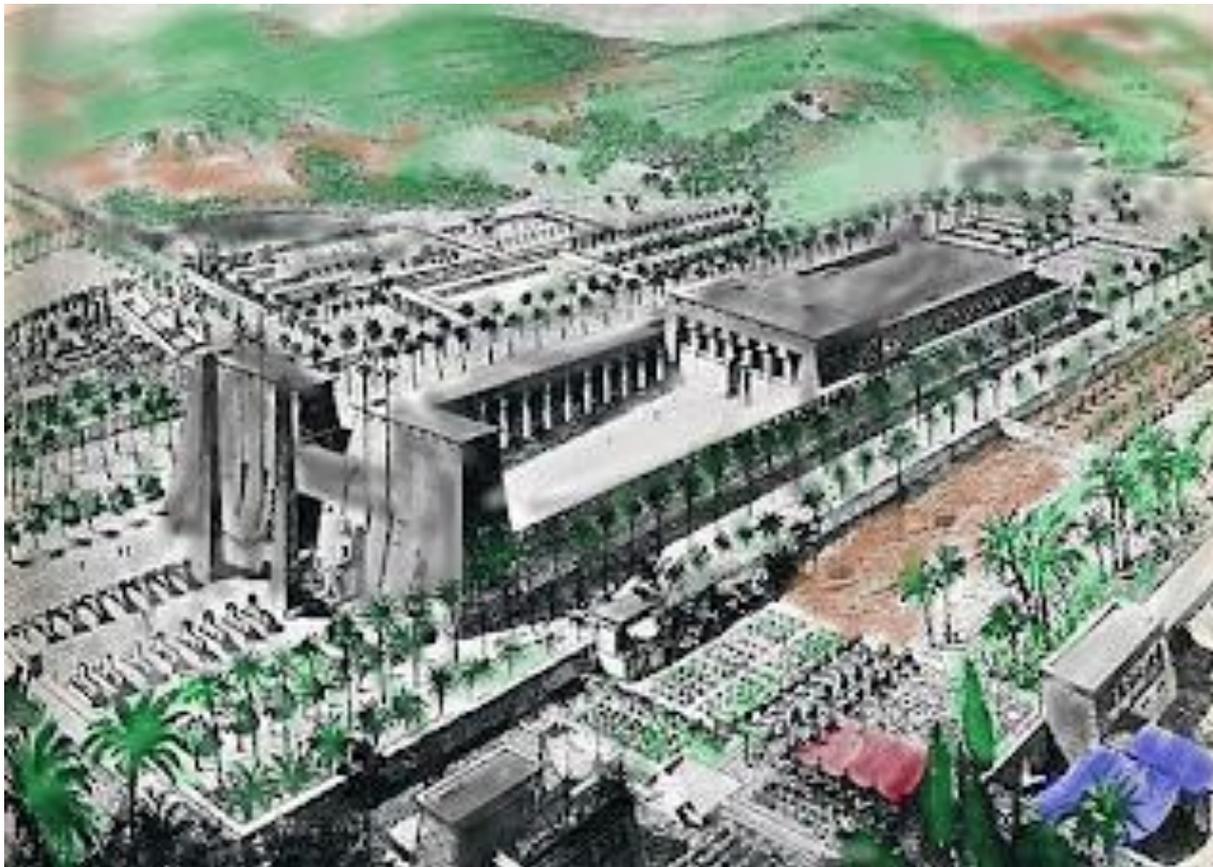
Vista in piano delle sfere celesti

Al centro la Terra (T), e poi in ordine dall'interno verso l'esterno quelli che erano conosciuti come pianeti (sette, più le stelle fisse):

- Luna (L)
- Mercurio (Me)
- Venere (V)
- Sole (So)
- Marte (Ma)
- Giove (G)
- Saturno (Sa)
- Stelle fisse (SF)



IV secolo a.C. – V secolo d.C.
**ALESSANDRIA D'EGITTO:
LA BIBLIOTECA E IL MUSEO**



La **Biblioteca** di Alessandria d'Egitto, fondata da Alessandro Magno e poi curata dai Tolomei, rappresentò nel III secolo a.C. il più grande archivio della storia antica: raccoglieva, infatti, circa il 70% delle conoscenze dell'umanità.

Fu, probabilmente, la prima biblioteca della storia. Gli studiosi che la frequentavano avevano preso l'abitudine di portarsi dietro i propri testi, e così facendo gran parte dei libri del liceo di Atene, la scuola fondata da Aristotele, si trasferirono nella biblioteca di Alessandria.

Dall'Egitto partivano emissari diretti in ogni direzione alla ricerca di libri da acquistare o ricopiare. L'enorme quantità di libri della biblioteca fu dovuta ad un editto faraonico chiamato "*fondo delle navi*" emanato da Tolomeo Filadelfio: questo permetteva a uomini del Faraone di setacciare tutte le navi che approdavano al porto alla ricerca di libri che venivano prontamente copiati dagli scribi e, in copia, restituiti.

Arrivò a contenere più di mezzo milione di rotoli di papiro, conservati in vasi o astucci di cuoio, e in ogni papiro potevano essere stati scritti anche più libri.



I libri, collocati in nicchie nel muro erano in realtà dei rotoli di papiro arrotolati attorno a dei bastoncini di avorio o legno.



La **biblioteca** era diretta da un sovrintendente, ruolo di grande prestigio, nominato direttamente dal faraone ed era sempre un grande luminare. Un nutrito team di grammatici e filologi aiutava il sovrintendente a svolgere questo grande lavoro.

Il primo bibliotecario, Zenodoto di Efeso, oltre ad essere un eccezionale traduttore, fu il primo a catalogare in ordine alfabetico i rotoli, facilitandone la consultazione. Il risultato di tale sforzo diede vita ad un archivio che, per quantità e qualità dell'organizzazione, era senza precedenti.

La ricerca di testi scritti animò lo spirito della città e quando la prima biblioteca, edificata nel perimetro del palazzo reale, fu ormai colma di papiri, se ne costruì una seconda, più piccola e aperta al pubblico.



IL MUSEO

La biblioteca era annessa al Museo (*Museion*), e i testi requisiti non venivano solo copiati e archiviati, ma corretti, tradotti e riprodotti sotto forma di ulteriori testi di critica.



Il **Museo Tolemaico**, ossia la casa delle Muse ispiratrici, non era quello che oggi intendiamo, ossia un luogo di raccolta di cimeli e di testimonianze storiche ma un edificio dedicato alle Muse, le protettrici delle arti e delle scienze. C'erano sale per la lettura ma anche spazi sperimentali, laboratori di meccanica e di chimica. Tutto il sapere più avanzato e sofisticato del tempo si concentrava nella città di Alessandria.

Nel ***museion***, *casa delle muse*, lavoravano e vivevano, a spese di Tolomeo, studiosi di tutte le discipline.

Divenne il luogo di incontro, di discussione e di insegnamento di studiosi, frequentato dagli uomini più dotti ed eruditi di tutto il mondo occidentale, riprendendo quel ruolo già appartenuto alla scuola di Atene.

Vedersi tutti i giorni, favoriva gli scambi culturali tra studiosi con interessi diversi. C'erano inoltre giardini con animali e piante per gli studiosi di zoologia e botanica e la disponibilità della biblioteca.

Questo ambiente, favorì l'arrivo ad Alessandria di alcuni fra i più grandi **scienziati** dell'epoca tra cui:

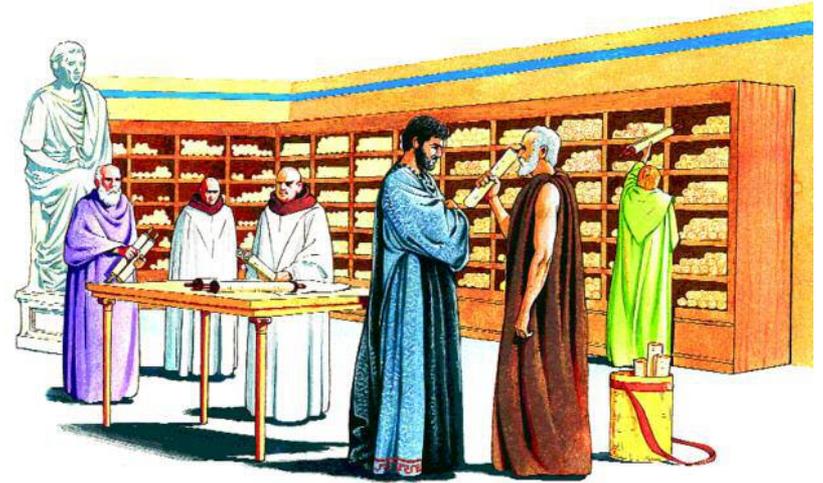
Archimede che si occupò di matematica e di fisica

Aristarco che per primo capì che la Terra ruota attorno al Sole

Eratostene che calcolò la circonferenza della Terra e tracciò la prima carta geografica completa delle terre abitate

Erofilo e **Erasistrato** che compirono i primi studi sui sistemi nervoso e circolatorio.

Euclide famoso soprattutto per le sue ricerche sulla di geometria e l'ottica.



Probabilmente la biblioteca non fu distrutta in un unico violento gesto per volontà di un unico potere, ma potrebbe semplicemente aver seguito il declino della dinastia tolemaica e quindi essere stata progressivamente abbandonata e "distrutta".



Fu ripetutamente danneggiata nel corso dei secoli, tra il 48 e il 642 d.C., ed è difficile dire in quale occasione fu definitivamente distrutta, dando alle fiamme tutto il suo inestimabile contenuto.



(Giuseppe Bertini: Galilei spiega al doge di Venezia come usare il telescopio)

Nonostante Aristarco intorno al 260 a.C. avesse già teorizzato la teoria eliocentrica, dovettero passare tanti secoli perché nel 1600 Galileo Galilei utilizzasse il **metodo scientifico**. Basandosi sulle conoscenze dei suoi predecessori, Galilei perfezionò strumenti di osservazione come il cannocchiale e confermò la teoria eliocentrica di Copernico (pubblicata nel 1543).

Nel 1611, Federico Cesi fondatore dell'Accademia dei Lincei, ha proposto di denominare il cannocchiale di Galilei **telescopio** (dal greco *tele*, lontano e *scopeo*, vedo)

«La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, né quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intendere umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto».

Galileo Galilei *Il Saggiatore*, 1624

“Grandissima mi par l'inezia di coloro che vorrebbero che Iddio avesse fatto l'universo più proporzionato alla piccola capacità del lor discorso.” (Galileo Galilei)

Copernico-Keplero	Galileo Galilei	Cartesio-Newton
1473-1543/1571-1630	1564-1642	1596-1650/1642-1727



Nel 1600 si attesta una nuova teoria formulata dall'astronomo polacco **Niccolò Copernico** secondo la quale al centro del mondo si trova il Sole e quindi è la Terra ad orbitare intorno ad esso, come tutti gli altri pianeti, secondo orbite circolari: si tratta del **modello eliocentrico** (dal greco *élios*, «Sole») che si contrappone al **modello geocentrico** (dal greco *gea* «Terra») in cui era la Terra al centro dell'Universo.

Questa idea “rivoluzionaria” di Sistema solare trovò clamorosa conferma quando lo scienziato pisano **Galileo Galilei** nel 1609, cominciò a osservare il cielo con il cannocchiale di sua costruzione.

Galileo concluse che Copernico aveva ragione:
in particolare, scoprì che la Terra non era al centro di
tutti i fenomeni celesti e che intorno al pianeta Giove
orbitavano quattro satelliti.
Osservò inoltre che la Via Lattea era costituita da una
miriade di piccole stelle.

Negli stessi anni, l'astronomo tedesco **Keplero** scoprì le
leggi che governano il movimento dei pianeti e, nel 1687,
il fisico e matematico inglese Isaac **Newton** scoprì la
causa di tale movimento: la legge di gravitazione
universale.

Dal 1600 nasce quindi la figura dello scienziato e la scienza e si distacca completamente dalla filosofia.

Mentre nell'antichità un unico studioso si occupava di molti argomenti, nel 1600 gli scienziati si specializzano e diventano **geologi, matematici, fisici, chimici, biologi, medici.**

Le conoscenze e l'esperienza aumentavano di giorno in giorno, ma la più grande spinta alla scienza la diedero le tecnologie e la possibilità di costruire strumenti di misura sempre più sofisticati in grado di rispondere quantitativamente alle domande.

Come affrontava Galileo Galilei i temi della fisica?



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

Proviamo insieme

Prendiamo un filo e appendiamo un peso

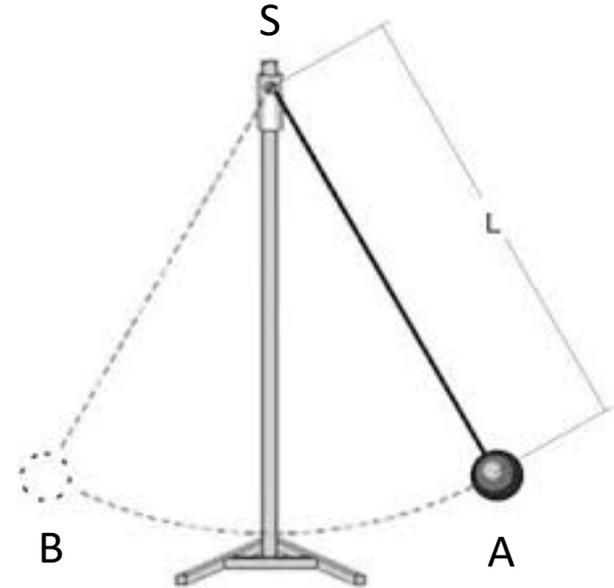
Legando il pendolo di lunghezza L al punto di sospensione (S) iniziamo a far oscillare il peso.

Facciamo partire un cronometro e schiacciamo ogni volta che una compiuto un periodo (da A a B e ritorno).

Quando il peso si è fermato, copio i numeri che risultano dal cronometro e appuntiamo quanto tempo è stato necessario perché il peso si fermasse.

Stacciamo il peso e sostituiamolo con uno maggior o minore (non importa).

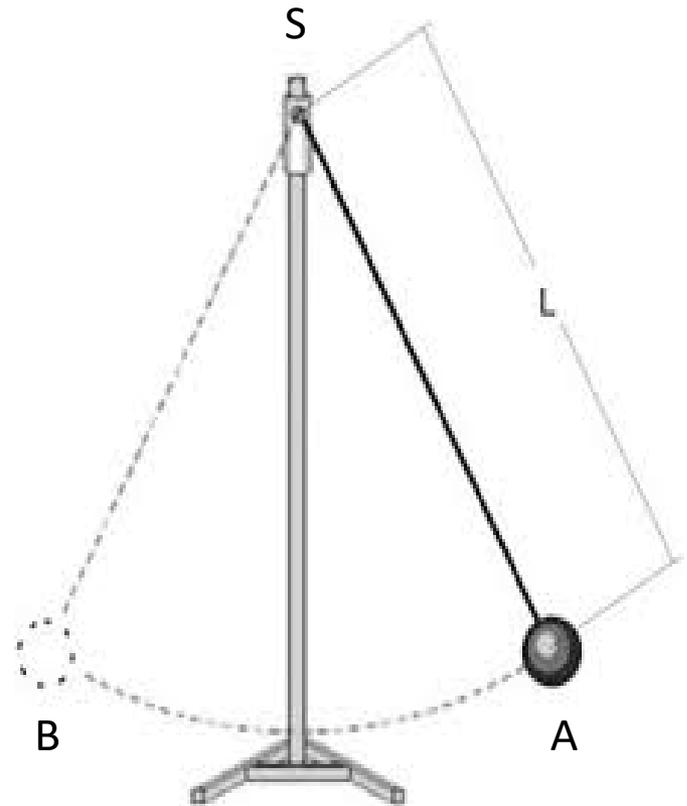
Ripetiamo lo stesso procedimento e facciamo la media delle molte misure effettuate.



Scopriremo che il periodo non cambia in funzione del peso e **concluderemo** che non è la massa dell'oggetto a influenzarne il periodo di oscillazione.

Poi ripetiamo con un pendolo più lungo con il primo peso.
Facciamo oscillare il peso.
Facciamo partire nuovamente il cronometro e misuriamo il periodo.
Quando il peso si è fermato, copiamo i numeri che risultano dal cronometro.

Confrontando la media di questi numeri con quella dei due esperimenti precedenti scopriremo che, a parità di massa, più lungo è il pendolo, più lungo sarà il periodo.



Concluderemo che non è la massa a influenzare il periodo, ma la lunghezza del pendolo e **scopriremo** che a parità di lunghezza, gli oggetti si fermano dopo lo stesso intervallo di tempo.

IL MOTO DI CADUTA

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

Concluse che qualunque sia la loro massa, gli oggetti accelerano verso il suolo nello stesso modo.

L'accelerazione di gravità non dipende dalla massa.

Galileo utilizzava il metodo scientifico per dimostrare le sue ipotesi.

Effettuava esperimenti e ne valutava i risultati.

Per eseguire le misure dei suoi esperimenti si servì della tecnologia di allora e per studiare il cielo utilizzò il cannocchiale uno strumento, per allora, estremamente sofisticato.

Galileo non aveva il cronometro che abbiamo noi per misurare il tempo e la sua misura era sicuramente molto grezza. Nonostante ciò, riuscì ad enunciare le sue teorie che tutt'oggi si rivelano valide.

Gli strumenti di misura

Attualmente disponiamo di strumenti infinitamente più sofisticati e anche in un solo decennio possono comparire grandi cambiamenti.

Possiamo classificare gli strumenti in base a tre caratteristiche importanti:

la sensibilità

la portata

la prontezza

La sensibilità di uno strumento di misura è la più piccola misura che esso consente di ottenere.

Si può 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 è 1 °C, mentre quella del termometro clinico tradizionale 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 per misurare la temperatura atmosferica, per esempio, ha portata minima $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$ e portata massima $50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Invece il termometro clinico che misura la temperatura corporea ha portata minima $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ e portata massima $42\text{ }^{\circ}\text{C}$.

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

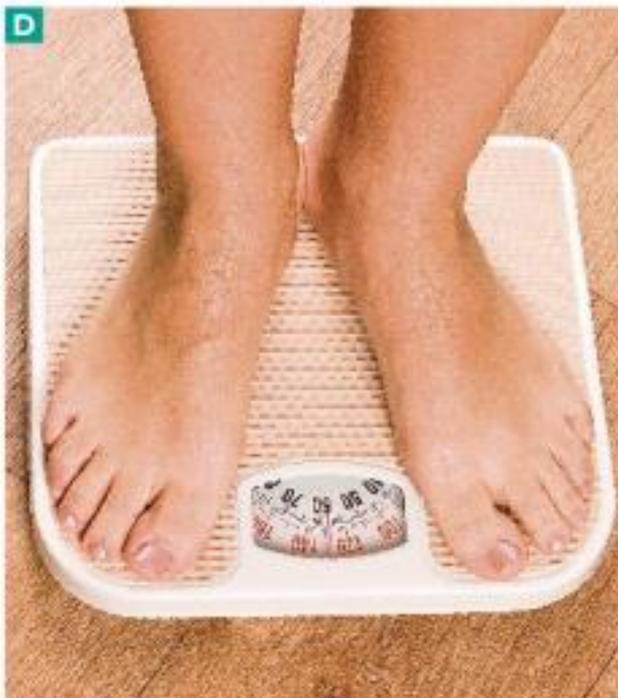
Questa caratteristica non si può valutare dall'aspetto dello strumento; bisogna osservarlo all'opera e vedere quanto tempo impiega per dare i risultati.

Per esempio i termometri clinici tradizionali richiedono parecchi minuti per misurare la febbre.

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

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].



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.

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

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, persone diverse non ottengono la stessa misura: per tanti piccoli fattori imprevedibili, infatti, ognuno fa scattare il cronometro in istanti lievemente diversi.

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

Gli errori **sistematici** e **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.

Gli **errori accidentali**, invece, non possono essere eliminati del tutto.

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.

MISURAZIONI DIRETTE E INDIRECTE

Con un righello si può ottenere una misura diretta dello spessore totale di un libro. Ma potremmo fare se volessimo misurare lo spessore di una pagina del libro, che è troppo piccolo per essere misurato con la sensibilità del righello?

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

A questo punto potremmo 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).

Otterremo 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.

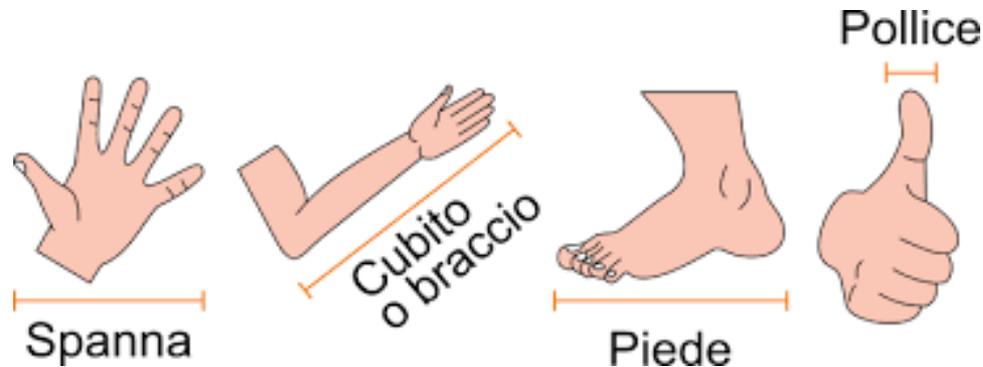
Come si può scoprire, per esempio, quanti chicchi ci sono in 1 chilogrammo di riso?

Conviene pesare 10 grammi di riso, che sono più o meno il contenuto di un cucchiaino. Poi contare i chicchi che formano i 10 grammi che abbiamo pesato, e infine moltiplicare il risultato per 100.

Otterremo una stima del numero di chicchi che ci sono in $100 \times (10\text{g}) = 1000$ grammi, cioè in 1 chilogrammo di riso.

LE UNITÀ DI MISURA

Le prime unità di misura furono dedotte da parti del corpo umano. All'epoca degli antichi Romani si usavano il **pollice**, il **pie**de, il **palmo**, il **cubito** (cioè la misurazione dell'avambraccio), il **braccio**, il **passo**.



La misurazione lineare romana, di impostazione antropometrica, era basata sul piede romano (*pes*) unità divisa o in sedici dita (*digiti*) o in dodici pollici (*unciae*).

L'equivalente normalmente accettato per il piede è di cm 29,6.
Espresso in termini metrici:
il dito era pari a cm 1,85,
il pollice era pari a cm 2,467;
il palmo (*palmus*) era pari a cm 7,4.

Per tale motivo dal Medioevo in poi si iniziarono a costruire dei **campioni** di misura che venivano fatte copie il più fedeli possibile, che venivano affisse sui muri del palazzo comunale.

Tuttavia le misure variavano da città a città creando non poca confusione nello scambio di informazioni e di merci.

Per fare un esempio con le misure:

il piede inglese (*foot*) era circa 30,5cm

il piede scozzese corrispondeva a 30,7 cm

il piede gallese era 22,9 cm

il piede danese era 31 cm

il piede norvegese era 30 cm

il piede svedese (*fot*) era pari a 30 cm

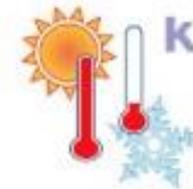
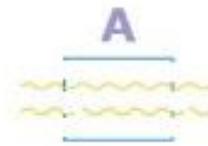
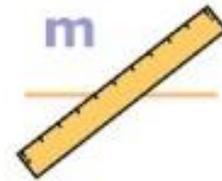
il piede spagnolo (*pie*) era 28 cm

Tali misure variavano a seconda delle persone e perciò non esisteva una misura che andasse bene per tutti: mancavano infatti dei campioni di misura fissi a cui tutti potessero fare riferimento.

Nel 1960 gli scienziati hanno adottato **il sistema internazionale**.

E' indicato in tutto il mondo con la sigla SI, dalle iniziali di Systeme International. E' basato su sette grandezze fisiche fondamentali di cui definisce le sigle e il nome delle unità di misura.

SISTEMA INTERNAZIONALE DELLE MISURE



Unità di misura	Grandezza fondamentale
metro (m)	lunghezza
kilo (kg)	massa
secondo (s)	tempo
Kelvin (k)	temperatura
Ampere (A)	corrente elettrica
mole (mol)	quantità di sostanza
candela (cd)	intensità luminosa

Ecco le nuove definizioni:

✚ Il **secondo**, simbolo **s**, è l'unità di misura del **tempo**. È definito a partire dalla frequenza di transizione a riposo di un atomo di Cesio 133, che è definita essere $9192631770 \text{ s}^{-1}$

✚ Il **metro**, simbolo **m**, è l'unità di misura della **lunghezza**. È definito fissando il valore numerico della velocità della luce nel vuoto a $299792458 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

✚ Il **chilogrammo**, simbolo **kg**, è l'unità di misura della **massa**. È definito fissando il valore numerico della costante di Planck a $6,62607015 \times 10^{-34} \text{ kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$

✚ L'**ampere**, simbolo **A**, è l'unità di misura della **corrente elettrica**. Viene definito fissando il valore numerico della carica elementare e a $1.602176634 \times 10^{-19} \text{ A}\cdot\text{s}$

✚ Il **kelvin**, simbolo **K**, è l'unità di misura della **temperatura**. Viene definito fissando il valore numerico della costante di Boltzmann k come $1.380649 \times 10^{-23} \text{ kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$

✚ La **mole**, simbolo **mol**, è l'unità di misura della **quantità di sostanza**. Una mole contiene esattamente $6.02214076 \times 10^{23}$ entità elementari. Questo numero è il valore numerico della costante di Avogadro, N_A , espresso nell'unità mol^{-1}

✚ La **candela**, simbolo **cd**, è l'unità di misura dell'**intensità luminosa** in una determinata direzione. Viene definito fissando a $683 \text{ lm}\cdot\text{W}^{-1}$ il valore numerico dell'efficienza luminosa di una radiazione monocromatica di frequenza $540 \times 10^{12} \text{ Hz}$.

La possibilità di eseguire misure precise ha permesso lo sviluppo del metodo scientifico. Gli esperimenti di verifica devono essere sempre più di uno: le misure devono essere quindi ripetibili, ossia dare più volte lo stesso risultato. La scienza ha potuto fare passi da gigante quando gli uomini hanno affinato la loro capacità di misurare.

Tra la fine del 1700 e l'inizio del 1800, molti scienziati hanno collaborato per riuscire ad avere unità di misura condivise da tutti ed hanno creato dei "musei dei pesi e delle misure", luoghi dove conservare dei **prototipi** di alcune unità di misura.

Le parole delle scienze il **prototipo** è il primo esemplare di una serie. E' il modello da considerare per ogni successivo oggetto realizzato.

LA LUNGHEZZA SI MISURA CON IL METRO

Per secoli civiltà differenti hanno avuto modi differenti di misurare le lunghezze: cubito, palmo, pollice, piede, braccio. Le misure di lunghezza erano abbastanza standardizzate perché si basavano su unità di misura tratte dalla natura e il loro uso era semplice. Ma le differenze fra i vari paesi rimanevano incolmabili.

Chiaramente nel momento in cui si trattò di trasformare palmi in cubiti nacquero i primi problemi.

Nel 1791, a Parigi, l'Académie des Sciences introdusse il sistema metrico decimale e nel 1795 venne varato un decreto che lo rese unità di misura ufficiale del paese. La sua lunghezza si basò sulle dimensioni della Terra, in quanto si trattava di un decimilionesimo della distanza tra il polo nord e l'equatore.

Questa definizione era poco pratica per l'uso quotidiano e si preferì costruire un oggetto che servisse da modello: il prototipo del metro campione costruito in ottone e con incisa la firma del costruttore, Ferat, è custodito sin dal 1799 presso la conservatoria delle arti e dei mestieri di Parigi.





regolo di legno egizio



campione di misura su un muro di un palazzo a Senigallia



campione di misura su un muro di un palazzo medievale a Bologna

LA MASSA SI MISURA CON LA BILANCIA

Fin dall'antichità l'uomo ha avuto bisogno di pesare. La comparsa delle bilance risale al neolitico in Oriente, mentre in Europa arrivò tra il 2000 e il 1500 a.C.

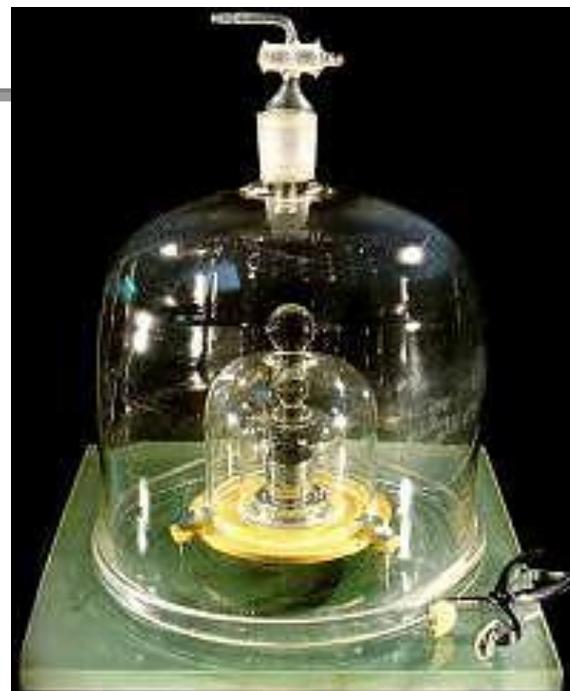
All'inizio era utilizzata per pesare la polvere d'oro, mentre le merci venivano scambiate col metodo del baratto. Alcuni pensano che l'introduzione della bilancia in una società ne segni un'evoluzione.

Si utilizzavano come pesi le pietre appiattite da un lato oppure modellate a forma di animale o umana. Spesso sopra vi era scritto il peso e l'unità di misura.

Il museo dei pesi e delle misure di Sévres, un paesino alla periferia di Parigi, custodisce il prototipo del chilogrammo campione, un oggetto realizzato nel 1889 in una lega metallica molto stabile nel tempo.

La **massa** di un corpo è la quantità di materia che un corpo possiede. E' una proprietà indipendente dalla posizione del corpo nello spazio; il **peso**, invece, è una misura che dipende da dove il corpo si trova.

La massa di un sasso è identica sulla Terra o sulla Luna, ma il suo peso è notevolmente diverso.





L'oggetto di marmo, databile alla fine del IV secolo d.C., era destinato alla pesatura del legname.



Contrappeso a forma di busto di Minerva e asta graduale riferibile a due diverse bilance a mano



Al centro la pila di Carlo Magno strumento di misura del peso molto diffuso

Nei primi dipinti egiziani e greci in cui appare, la bilancia serve per pesare le anime, rappresentate dal cuore. La bilancia nella figura è costituita da una semplice asta forata orizzontale di legno, osso, marmo o di metallo retta da un perno centrale verticale. Alle due estremità erano annodati degli attacchi che reggevano i piatti.

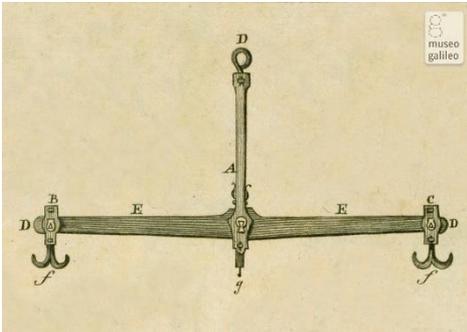


Libro dei morti: Anubi pesa l'anima

COSA È UNA BILANCIA?

La bilancia è uno strumento che sfrutta per pesare il **principio della leva**. Essa è costituita da un giogo che può oscillare attorno ad un fulcro (generalmente a coltello), recante alle estremità due piatti.

giogo →



Il termine *bilancia* deriva dal latino *bilanx* che significa "a due piatti". La bilancia, è uno degli strumenti più antichi inventati dall'uomo.

La pesata viene eseguita mediante confronto tra pesi campione di massa nota e un oggetto di massa ignota. Gli spostamenti dalla posizione di equilibrio della bilancia vengono segnalati dall'indice, o su una scala graduata o rispetto ad un punto di riferimento.

IL TEMPO SI MISURA CON L'OROLOGIO

Potere scandire il tempo è stata una esigenza che l'uomo ha sentito, sin dai primordi della storia. A tale scopo, l'uomo si è riferito al cielo, osservando quei fenomeni naturali che avvengono a intervalli regolari. Il sorgere e tramontare del Sole, le fasi della Luna, il ritorno periodico di una stella o di una intera costellazione. Ma queste unità di misura erano troppo lunghe da utilizzare nella vita quotidiana: occorreva suddividere il tempo in intervalli più brevi. I primi strumenti per la misura del tempo furono le meridiane e le clessidre.

Fu solo con gli orologi ad acqua prima, e con quelli solari in seguito, che si riuscì anche a segnare le ore del giorno.

Nell'antica Grecia, lo studioso Anassimandro calcolò il primo orologio solare attorno al 500 a.C.; la "Torre dei venti" di Atene del II secolo a.C. presentava quattro meridiane sulle quattro facciate che si illuminavano col passare delle ore dall'alba al tramonto.

I Romani, come scrisse lo storico Vitruvio Pollione nel I secolo a.C., importarono dal vicino oriente l'arte delle meridiane e fu Ottaviano Augusto a realizzare un quadrante solare orizzontale nel Campo Marzio utilizzando proprio un obelisco egizio.

In età medievale solo nelle comunità monastiche rimase intatta l'arte dell'orologio solare, poiché rappresentava lo scandire delle otto parti diurne e notturne dedicate alla recita delle preghiere.



Meridiana dell'antica Roma



*Alla fine dell'anno 1000, in Cina il Mandarino Su Sung progettò e costruì una grande **torre astronomica segnatempo**.*

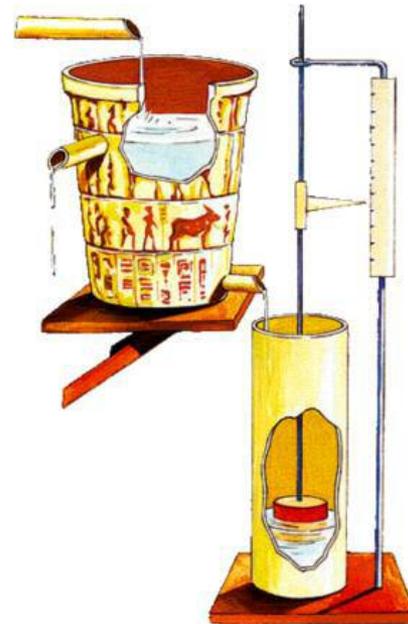
Realizzata in legno e alta oltre 9 metri, indicava la posizione delle stelle, del sole e batteva le ore e le frazioni d'ora con congegni meccanici!



Nel Museo di Alessandria visse e lavorò per un periodo un grande ingegnere idraulico: **Ctesibio**.

Egli ideò molte macchine, tra le quali un orologio ad acqua per misurare il tempo.

L'orologio di Ctesibio è costituito da due recipienti: quello più in alto ha due aperture, una più grande in alto e una più piccola sul fondo da cui fuoriesce l'acqua che alimenta il recipiente più in basso nel quale c'è un galleggiante. L'acqua nel contenitore in basso aumenta con il passare del tempo e il galleggiante fa salire un indicatore che misura il tempo su una scala graduata.



Proviamo a seguire anche noi un cammino simile a quello intrapreso faticosamente dagli scienziati dei tanti secoli fa, costruendo anche noi un

“museo dei pesi e delle misure”.

COSTRUISCI IL TUO METRO DA TASCA

Prova con i tuoi compagni a misurare la cattedra con il palmo. Scrivete sulla lavagna le varie misure effettuate da ognuno di voi. Se avanza un pezzo, scrivete il numero di palmi e aggiungete un pezzo. Faremo notare, che l'utilizzo di **unità di misura naturali** (un passo, un palmo) non permette di eseguire **misure ripetibili**, nel senso che se misuriamo la cattedra in palmi, il numero di palmi dipenderà dalla persona che esegue la misura. E' necessario avere un riferimento, quindi costruiremo un metro da tasca.

MATERIALE OCCORRENTE

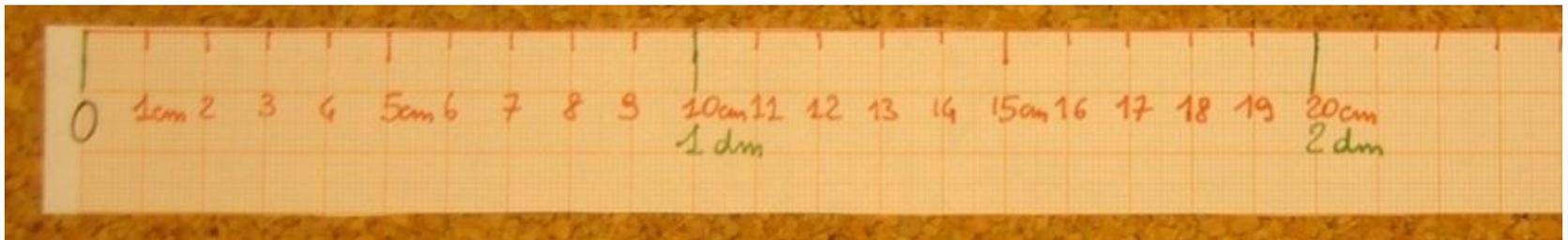
- carta millimetrata
- forbici
- colla/nastro adesivo

Inizia a tagliare una striscia di carta millimetrata alta almeno 3 quadretti grandi. Traccia un segno nero a sinistra e prosegui con la penna **rossa** verso destra segnando tacche e numeri fino a 10, continua fino a 20 e, aggiungendo altre strisce di carta, arriva a 100. A questo punto, con una penna nera, allunga le tacche dei multipli di 10.

Il tuo campione di carta millimetrata è il *metro* (dalla parola greca che significa misura) che ha come simbolo *m*.

Ogni piccola tacca rossa si chiama **centimetro** (simbolo *cm*) perché ne occorrono 100 per fare il metro.

La lunghezza che comprende 10 tacche, invece, si chiama **decimetro** (simbolo *dm*) perché ne occorrono 10 per formare un metro. Per completare il metro, aggiungi con la penna **nera** 0 nel punto iniziale e i numeri 1, 2 fino a 10 via seguiti dal simbolo *dm* e la scritta 1 *m* sotto 10 *dm*.



Ora confronta il tuo metro con un righello commerciale: le tacche coincidono?..... Questo significa che il tuo metro è utilizzabile per misurare oggetti e spazi nella tua classe.

Hai costruito da solo un vero strumento di misura. Hai notato quanta precisione e pazienza sono necessarie? Tutti gli strumenti di misura richiedono precisione al momento della loro costruzione, ma sono essenziali nella vita quotidiana.

Le **dimensioni** di un oggetto non sono assolute, ma **relative**: vengono definite per confronto con un campione materiale (**il metro**).

Misura e completa:

Misura il tuo banco e immagina di dover mettere una fila di banchi nella parete entrando a destra della tua classe.

Quanti ne puoi mettere?

Quanto spazio avanza? Fai prima il calcolo con la misura dei banchi e poi misura realmente lo spazio residuo. Le due misure combaciano?.....

Perché?.....

COSTRUISCI LA TUA BILANCIA A STAMPELLA

Con pochi materiali e tanta cura, puoi costruire una bilancia molto simile a quella del dio Anubi.

MATERIALE OCCORRENTE

- una stampella da gonna con le pinze
- 2 m di cordino
- 2 piatti piccoli di plastica molto rigida
- piccoli oggetti da pesare (matite, gomma, temperino, carta)

1. taglia 6 pezzi di cordino di circa 30 centimetri (misurati con il metro che hai costruito), dividili in due gruppi di tre e lega con un unico nodo ogni gruppo.
2. prendi i due piatti, bucali sui bordi in tre punti più o meno a uguale distanza uno dall'altro; inserisci il cordino e fai un nodo per fermare il piatto.
3. con le pinze della stampella prendi il nodo e fai in modo che i due piatti siano dritti e alla stessa altezza.
4. tieni sospesa la stampella e controlla nuovamente che i due piatti siano alla stessa altezza.
5. Tieni il gancio della stampella con un dito oppure, se vuoi fare misure più precise, appendilo a un filo e con l'aiuto di un compagno inizia a pesare

Quando due oggetti hanno la stessa massa, i due piatti saranno in equilibrio.

Gioca con i tuoi compagni ad indovinare le differenze, scoprirai che solo dopo aver pesato con la bilancia tutti saranno convinti di masse uguali o differenti.

COSTRUISCI UN OROLOGIO AD ACQUA

Ai giorni nostri, abbiamo orologi da polso che ci permettono di sapere che ore siano in ogni luogo e momento del giorno. La misura del tempo scandisce le nostre giornate a scuola e guardando l'orologio possiamo sapere se la ricreazione è vicina o meno. Ma se volessimo costruire un orologio personalizzato della classe che ci indichi quanto manca alla fine della ricreazione o alla fine della lezione senza dover guardare quello al nostro polso? Proviamo anche noi a dividerci in 4 gruppi e a costruirci degli orologi per misurare le attività della nostra classe.

MATERIALE OCCORRENTE PER OGNI OROLOGIO

- due bottiglie di plastica dotate di tappo filettato in plastica con un gocciolatore a pressione (come ad esempio la bottiglia del Gatorade)
- due fascette di plastica
- una base di legno con bastone

1. Taglia il fondo delle bottiglie in modo che sia più semplice riempirle.
2. Su un fianco di una bottiglia, vicino al fondo, fai un foro, dove mettere un altro gocciolatoio che permetta la fuoriuscita dell'acqua in eccesso, la tenuta deve essere perfetta.
3. Posiziona le bottiglie sul bastone fermandole con una fascetta.
4. Decidi il numero di gocce da contare e regola il gocciolatoio, misurando con un cronometro quanto tempo è necessario per arrivare al numero desiderato..
5. L'acqua raccolta sotto il gocciolatoio indica il tempo passato.



Realizzato da M.Burtini e
V. La Ciacera 2014

Misura: quante gocce cadono in 30 secondi misurati con un orologio moderno?.....

Ora regola le gocce e segnate sul contenitore che raccoglie, la quantità d'acqua corrispondente a 15, 30, 45 e 60 minuti, in modo da usarlo per la ricreazione e per spere quando è passato dall'inizio di una lezione.....