

## **1. I sistemi di unità di misura**

(<http://www.iapht.unito.it/fsis/SFP/fsispre.html>)

### **Che cosa è un “sistema di unità di misura”**

Le caratteristiche di una *unità di misura* sono (vedi D. Allasia, V. Montel, G. Rinaudo, “La fisica per maestri”, pag. I-5):

- deve essere omogenea alla grandezza da misurare e più piccola di essa,
- deve avere multipli e sottomultipli,
- deve essere costante, riproducibile, universale,
- può essere arbitraria o convenzionale.

Un “*sistema*” di *unità di misura* è qualche cosa di più di una “unità di misura”, perché è una costruzione coerente delle unità di misura della stessa grandezza o di grandezze diverse che vengono *derivate* dalle unità di misura di una grandezza considerata fondamentale.

Il Sistema Internazionale di misura soddisfa appunto a queste richieste, perché in esso

- tutte le unità di misura sono definite con multipli e sottomultipli;
- per misurare, ad esempio, delle superfici non si inventa una nuova unità di misura ma si usa una unità *derivata* dall’unità di misura della lunghezza, cioè il m<sup>2</sup>, che è appunto il quadrato di lato 1 m,
- così pure per misurare volumi si usa come unità di misura il cubo che ha il lato di 1 m.

Questa idea, che a noi sembra del tutto ovvia, è stata una grossa conquista degli scienziati illuministi del ‘700. Fino ad allora, infatti, le unità di misura delle superfici o dei volumi erano definite indipendentemente, in base alla maggiore comodità per gli usi – prevalentemente commerciali e sociali – a cui dovevano servire: ad esempio, mentre le lunghezze si definivano meglio in “pollici” o in “piedi”, era più conveniente definire le superfici dei campi in “iugeri” o in “giornate”, perché erano le superfici dei campi arabili in una giornata di lavoro, e non c’era nessuno stretto legame fra “piede” e “iugero”.

Per scopi scientifici occorre invece *mettere in relazione* le diverse grandezze e quindi occorre definire rigorosamente anche la relazione fra le diverse unità di misura.

### **Il sistema di cordicelle**

*Materiale*: una decina di cordicelle di colore diverso e della stessa lunghezza, scelta liberamente.

La prima cordicella viene tenuta intera.

La seconda cordicella viene ripiegata a metà, tagliata in due parti, una delle quali è affiancata alla prima cordicella.

La terza cordicella è piegata a metà e poi ancora a metà, tagliata in 4 parti uguali, una delle quali è affiancata alla seconda cordicella.

La quarta cordicella è piegata a metà, poi ancora a metà e ancora a metà, tagliata in 8 parti uguali, una delle quali è affiancata alla terza cordicella.

Si può procedere ancora nello stesso modo per altre cordicelle.

L'insieme delle cordicelle così ottenute rappresenta un *sistema di unità di misura* per la lunghezza, arbitrario (la lunghezza di partenza è scelta con assoluta libertà), con tutte le proprietà dei sistemi di unità di misura:

- a) con le varie cordicelle possiamo affrontare la misura di un campo molto ampio di lunghezze, scegliendo ogni volta la cordicella più opportuna da riportare sulla lunghezza da misurare;
- b) possiamo rendere sempre più precisa la misura della lunghezza che stiamo esaminando adoperando cordicelle sempre più piccole;
- c) qualunque cordicella può essere presa come unità di partenza, tutte le cordicelle più lunghe costituiscono i suoi multipli, tutte le cordicelle più corte costituiscono i suoi sottomultipli;
- d) dato il rapporto costante che esiste tra le cordicelle, ognuna infatti è doppia della prima vicina più piccola ed è metà della prima vicina più grande, è possibile ogni genere di *conversioni* da una all'altra;
- e) il risultato di una misura di lunghezza effettuato con l'insieme delle cordicelle è espresso dal numero di cordicelle di ogni tipo necessarie a ricoprire completamente la lunghezza considerata.

*Attività suggerite:*

- 1) Provate a cambiare il rapporto tra ogni cordicella e le sue prime vicine (anziché dimezzare ogni volta fate la terza parte o la quarta parte....). Le proprietà del nuovo sistema di unità di misura arbitrario cambiano?
- 2) Confrontate ora le proprietà del sistema di unità metrico decimale utilizzato convenzionalmente per la misura della lunghezza (... m, cm, mm...) con le proprietà del sistema di misura arbitrario scelto e elencate differenze e somiglianze.
- 3) Proponete una scelta alternativa al sistema di cordicelle come esempio di sistema di unità di misura arbitrario per la misura di lunghezze.
- 4) Qualunque altra proposta attinente all'argomento

### ***Superficie***

Per estendere alla superficie il sistema di unità di misura *delle cordicelle*, scegliamo alcune cordicelle del sistema utilizzato per la lunghezza (vicine tra loro nell'ordine crescente o decrescente) e costruiamo con cartoncini di diverso colore i quadrati di lato pari alle cordicelle.

L'insieme dei quadrati rappresenta un sistema di unità di misura per la superficie, arbitrario (la superficie dei quadrati dipende solo dalla lunghezza delle cordicelle scelte) e possiede le proprietà dei sistemi di unità di misura:

- a) con i quadrati a disposizione possiamo affrontare la misura di un campo molto ampio di superfici, scegliendo ogni volta i quadrati più opportuni da riportare sulla superficie da misurare;
- b) possiamo rendere sempre più precisa la misura di superficie adoperando quadrati sempre più piccoli;

c) qualunque quadrato può essere preso come unità di misura di riferimento, tutti i quadrati più grandi costituiscono i suoi multipli, tutti i quadrati più piccoli costituiscono i suoi sottomultipli;

d) dato il rapporto costante che esiste tra le aree dei quadrati (se le cordicelle erano una la metà dell'altra, i quadrati saranno uno la quarta parte dell'altro; se le cordicelle erano una la terza parte dell'altra, i quadrati saranno uno la nona parte dell'altro....) è possibile ogni genere di conversione da un quadrato all'altro;

e) il risultato di una misura di superficie effettuata con l'insieme dei quadrati è espressa dal numero dei quadrati di ogni tipo necessari a *ricoprire completamente* la superficie considerata.

*Attività suggerite:*

1) Confrontate le proprietà del sistema di unità metrico decimale utilizzato convenzionalmente per la misura della superficie ( ...m<sup>2</sup>, cm<sup>2</sup>, mm<sup>2</sup>...) con le proprietà del sistema di misura arbitrario scelto e elencate differenze e somiglianze.

2) Disegnate su carta quadrettata un quadrato campione rappresentante l'unità di misura di superficie da voi scelta e alcuni rettangoli la cui base e altezza contengano un numero intero di volte il lato del quadrato campione. Spiegate come l'approccio operativo di copertura della superficie dei vari rettangoli con il quadrato campione scelto (conteggio del numero di quadrati campione necessari) può facilitare l'acquisizione della regola geometrica per il calcolo dell'area del rettangolo come prodotto della lunghezza della base per la lunghezza dell'altezza.

*Suggerimento:* cercate di descrivere verbalmente la modalità utilizzata per il conteggio dei quadrati necessari a ricoprire la superficie.

*Esempio*

Rettangolo con                base = 5 volte il lato del quadrato  
    altezza = 4        "        "

sono necessari

5 file di 4 quadrati  
oppure 4 file di 5 quadrati

3) Scegliete una figura geometrica diversa dal rettangolo (trapezio, rombo, triangolo...), di dimensioni (base, altezza, diagonale) espresse in cm; prendete come quadrato campione il cm<sup>2</sup>; contate il numero di quadrati campione necessari a ricoprire la superficie e confrontate il risultato con l'area ottenuta in cm<sup>2</sup> utilizzando la formula geometrica corrispondente.

4) Qualunque altra proposta attinente all'argomento

## ***Volume***

Per estendere al volume il sistema di unità di misura *delle cordicelle*, scegliamo alcune cordicelle del sistema utilizzato per la lunghezza (vicine tra loro nell'ordine crescente o decrescente) e costruiamo con cartoncini di diverso colore i cubi di lato pari alle cordicelle.

L'insieme dei cubi rappresenta un sistema di unità di misura di volume arbitrario (il volume dei cubi dipende solo dalla lunghezza delle cordicelle scelte) e possiede le proprietà dei sistemi di unità di misura:

- a) con i cubi a disposizione possiamo affrontare la misura di un campo molto ampio di volumi, scegliendo ogni volta i cubi più opportuni da riportare sul volume da misurare;
- b) possiamo rendere sempre più precisa la misura di volume adoperando cubi sempre più piccoli;
- c) qualunque cubo può essere preso come unità di misura di riferimento, tutti i cubi più grandi costituiscono i suoi multipli, tutti i cubi più piccoli costituiscono i suoi sottomultipli;
- d) dato il rapporto costante che esiste tra i volumi dei cubi (se le cordicelle erano una la metà dell'altra, i cubi saranno uno la ottava parte dell'altro; se le cordicelle erano una la terza parte dell'altra, i cubi saranno uno la ventisettesima parte dell'altro....) è possibile ogni genere di conversione da un cubo all'altro;
- e) il risultato della misura di un volume effettuata con il sistema dei cubi è espresso dal numero di cubi di ogni tipo necessari per riempire completamente il volume considerato.

*Attività suggerite:*

1) Confrontate le proprietà del sistema di unità metrico decimale utilizzato convenzionalmente per la misura dei volumi (... m<sup>3</sup>, cm<sup>3</sup>, mm<sup>3</sup>...) con le proprietà del sistema di misura arbitrario scelto e elencate differenze e somiglianze.

2) Disegnate su carta quadrettata un cubo campione rappresentante l'unità di misura di volume scelta e alcuni parallelepipedi la cui dimensioni contengano un numero intero di volte il lato del cubo campione. Spiegate come l'approccio operativo di riempimento del volume dei vari parallelepipedi con una sequenza di cubi campione (numero di cubi campione necessari) può facilitare l'acquisizione della regola geometrica per il calcolo del volume del parallelepipedo come prodotto della lunghezza delle sue tre dimensioni.

Esprimate verbalmente il numero di cubi campione necessario contando esplicitamente le file di cubi da affiancare e gli strati di cubi da sovrapporre

*Esempio:* parallelepipedo con  
lunghezza = 3 volte lato del cubo  
larghezza = 4 " "  
altezza = 2 " "

sono necessari

2 strati di 4 file di 3 cubi ognuna  
oppure 2 " 3 " 4 "

3) Qualunque altra proposta attinente all'argomento