

# EXPRESSIÓ DE LES DADES EXPERIMENTALS

## CONTINGUTS

TRACTAMENTS DELS RESULTATS ANALÍTICS.  
EL PROCÉS ANALÍTIC.  
EXPRESSIÓ DELS RESULTATS ANALÍTICS.

## EXTRES

Exemples  
Exercicis per resoldre  
Exercicis proposats  
Experiències

## RESULTATS DE L'APRENENTATGE. CRITERIS D'AVUACIÓ

Tracta els resultats de l'anàlisi aplicant eines estadístiques.

Calcula la incertesa dels resultats.

Valora la necessitat de determinar la incertesa per a cada resultat obtingut.

Aplica en els càlculs les unitats del Sistema Internacional de mesures (SI).

## 1.1 MESURES I UNITATS

En el treball científic és habitual el disseny d'experiències per tal d'obtenir mesures. És així com es poden corroborar les possibles hipòtesis realitzades o, per exemple, estudiar la qualitat de determinades substàncies per comparació amb alguns valors establerts. En la present activitat repassarem els conceptes bàsics relacionats amb la mesura, així com les operacions matemàtiques que s'han de realitzar per expressar numèricament els seus valors.

### 1.1.1 MESURA

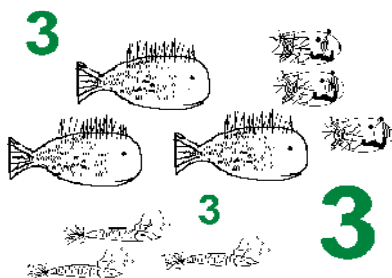
Entenem per **mesura** la quantificació d'una magnitud observable quan la comparem amb una quantitat determinada, de la mateixa espècie, a la qual anomenem *unitat*. Exemples d'unitats són el metre per a la magnitud longitud i el segon per a la magnitud temps.

Anomenarem **magnitud** a tot allò que es pot mesurar i expressar mitjançant una unitat. Exemples de magnitud són, entre d'altres, longitud, massa, temps i temperatura.

Per quantificar les mesures fem ús de determinats *instruments* els quals ens proporcionen un determinat valor de la mesura per comparació amb una *unitat de referència*. En funció de com es realitzin les mesures les podem classificar en:

**DIRECTES.** Aquelles que requereixen d'una sola determinació amb l'instrument adient. Així si volem mesurar la temperatura utilitzarem un termòmetre, per mesurar el temps un cronòmetre, per mesurar una distància petita un regle graduat, etc.

**INDIRECTES.** Aquelles que requereixen el coneixement previ d'altres magnituds per ser determinades. Així, per exemple, podem determinar la velocitat d'un cotxe de forma indirecta si realitzem el quocient entre la longitud recorreguda i el temps utilitzat.



En general es tendeix a simplificar el procés de mesurament i, per aquest motiu, es procura substituir les mesures indirectes per mesures directes. Per exemple, la velocitat en els automòbils es mesura directament amb l'ajut d'un velocímetre.

Anomenarem **resultat** al valor final que s'obté una vegada hem aplicat un procediment de mesura.

**Fig. 1.1** En els resultats s'ha d'especificar la magnitud i la unitat

L'obtenció del resultat pot implicar la realització de tot un seguit de càlculs i avaluacions a partir de les dades inicials experimentals.

Si volem ser rigorosos i minimitzar els errors, hem de prendre algunes precaucions quan presentem els resultats obtinguts. Així:

- a.** El resultat que s'obté a partir del mesurament ha d'anar sempre acompanyat de la seva unitat.
- b.** S'ha d'indicar el tractament matemàtic al que han estat sotmeses les dades experimentals fins arribar al resultat definitiu.
- c.** Hem d'expressar, per últim, el resultat final amb el seu nombre correcte de xifres, ja que els resultats informen no solament d'un aspecte quantitatiu sinó també de la qualitat amb la que han estat obtinguts. Més endavant comentarem aquesta idea.

## EXEMPLE 1.1



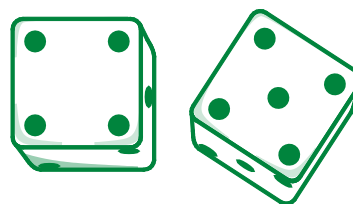
Calcular la superfície total i el volum d'un dau a partir de la determinació, amb un regle graduat, de la seva aresta que té una llargada de 2 cm.

**RESPOSTA**

La superfície total serà:  $6 \cdot (2 \text{ cm})^2 = 24 \text{ cm}^2$

El volum del dau serà:  $(2 \text{ cm})^3 = 8 \text{ cm}^3$

Fixem-nos que fem referència a les unitats emprades.



**Fig. 1.2 Cal ser rigorosos al presentar els resultats de les mesures i acompanyar-les de les unitats corresponents**

**1.1.2 SISTEMES D'UNITATS**

Com hem dit abans, per avaluar magnituds hem d'escollir unitats. Aquestes poden ser totalment arbitràries i per aquest motiu molt variades. Així, una persona qualsevol podria escollir com a unitat de longitud el dit gros de la seva mà esquerra, el peu dret o un tros d'una branca que s'hagi trobat i li agradi<sup>1</sup>.

En canvi, si pretenem que les nostres unitats siguin utilitzades pels altres, haurem d'arribar a acords que ens comprometin a utilitzar unes de determinades, anomenades *patrons*, perfectament definides i reproduïbles, amb les quals podrem realitzar les avaluacions de les magnituds en les mateixes condicions.

Les unitats, per tant, per ser operatives han de complir dues condicions:

- a. Ser constants (no variar segons la persona, la zona geogràfica o al llarg del temps).
- b. Ser universals, és a dir, ser acceptades per tothom (comerç, ciència, tecnologia, etc.).

Existeixen diferents sistemes d'agrupar les unitats, com ara:

El sistema Cegesimal (C.G.S.): centímetre, gram, segon.

El sistema Giorgi (M.K.S.): metre, quilogram, segon.

El sistema Tècnic: metre, quilopond, segon.

El sistema Anglès: polzada, lliura, segon.

No obstant, el conjunt d'unitats més acceptat per la majoria de països, entre ells el nostre<sup>2</sup>, és el del Sistema Internacional d'unitats (S.I.). Es mostren, a continuació, les seves unitats fonamentals i suplementàries.

Magnitud	Unitat	Abreviatura
Longitud	metre	m
Massa	quilogram	kg
Temps	segon	s
Intensitat del corrent elèctric	amper	A

<sup>1</sup> En temps dels faraons era habitual utilitzar el colze d'un home com a mesura de longitud. Per normalitzar aquesta mesura, un faraó va fer esculpir en pedra el seu colze, que va ser considerat des d'aleshores el patró de referència. A partir d'aquest, es van realitzar còpies en fusta per a la seva utilització habitual.

<sup>2</sup> RD 1.317/1989, de 27 d'octubre, pel qual s'estableixen les Unitats Legals de Mesura. BOE 264, 3/XI/1989, pàgina 34.496 i següents.

Magnitud	Unitat	Abreviatura
Intensitat lluminosa	candela	cd
Temperatura termodinàmica	grau Kelvin	K
Quantitat de substància	mol	mol

**Tabla 1.1 Unitats fonamentals del Sistema Internacional**

Magnitud	Unitat	Abreviatura
Angle pla	radià	rad
Angle sòlid	estereoradià	sr

**Tabla 1.2 Unitats suplementàries**

Ha estat un veritable esforç per part dels científics intentar definir aquestes unitats de forma coherent, basant-se en comportaments universals de la matèria i l'energia, en molts casos lluny de la comparació amb patrons físics materials<sup>3</sup>. A l'actualitat es mantenen les següents definicions:

<b>Metre (longitud)</b>	La longitud de la trajectòria recorreguda per la llum en el buit en un interval de 1/299792458 de segon
<b>Quilogram (massa)</b>	La massa igual a la del prototipus internacional del kg
<b>Segon (temps)</b>	La durada de 9192631770 períodes de la radiació corresponent a la transició entre dos nivells hiperfins de l'estat fonamental de l'àtom de <sup>133</sup> Cs
<b>Amper (corrent elèctric)</b>	La intensitat d'un corrent constant que, mantinguda entre dos conductors rectes, paral·lels, rectilinis, de longitud infinita, de secció menyspreable, col·locats a un 1 m de distància entre si en el buit, produiria entre aquests conductors una força igual a $2 \cdot 10^{-7}$ N per cada metre de longitud
<b>Kelvin (temperatura termodinàmica)</b>	La fracció 1/273,16 de la temperatura termodinàmica en el punt triple de l'aigua
<b>Mol (quantitat de substància)</b>	La quantitat de substància que conté tantes unitats elementals com àtoms hi ha en 0,012 kg de <sup>12</sup> C
<b>Candela (intensitat lluminosa)</b>	La intensitat lluminosa, en una direcció donada, d'una font que emet radiació monocromàtica de freqüència $540 \cdot 10^{12}$ Hz amb una intensitat radiant en aquesta direcció d'1/683 wats per estereoradià

De totes formes, i malgrat l'acceptació del S.I., s'ha de considerar que el treball habitual amb instruments es realitza amb equips de procedència molt diversa, que poden emprar unitats que no són del S.I., i és per això que cal saber les relacions entre les diferents unitats. Aquestes relacions estan quantificades per factors de conversió i es poden trobar a llibres que tractin del tema<sup>4</sup>.

Es molt pràctic conèixer els múltiples i submúltiples previstos en el S.I. Per a qualsevol unitat es poden utilitzar els següents prefixos:

<sup>3</sup> Fins i tot hi ha determinats intents de substituir la definició de kg patró per tal de no dependre d'un prototipus. Consultar l'article **Las constantes que miden el mundo**, publicat al diari El País de 10 de novembre de 2005. També és consultable en la seva edició electrònica.

<sup>4</sup> *Handbook of Chemistry and Physics* (veure referències bibliogràfiques).