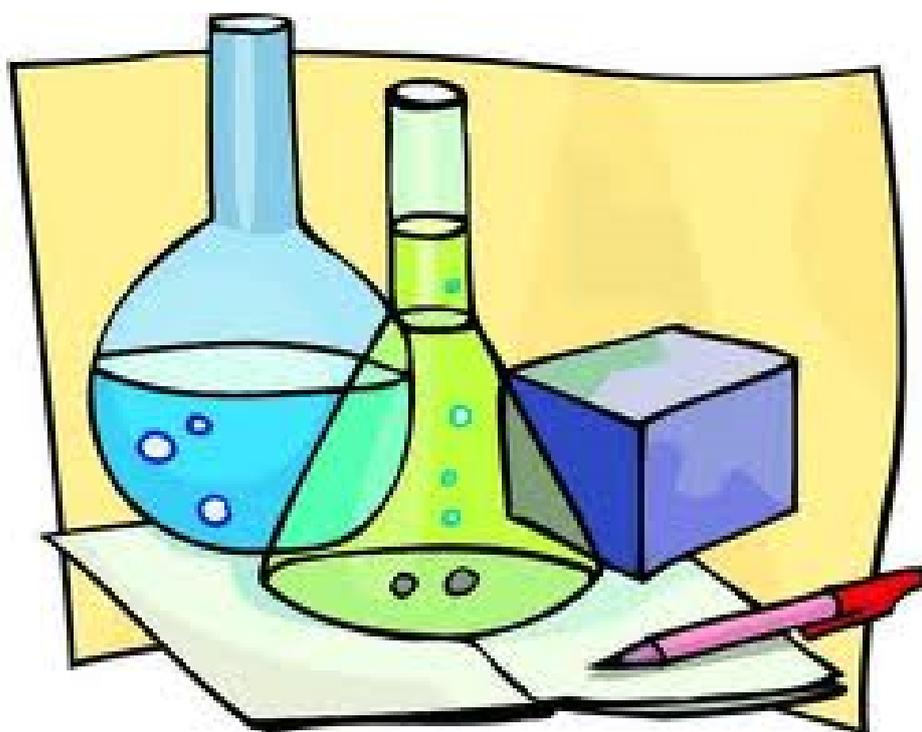


U.D.1 Las magnitudes y su medida. El Laboratorio



LA CIENCIA

Desde la antigüedad, el ser humano ha sentido la curiosidad por conocer el mundo que le rodea y tratar de explicar los fenómenos naturales. Con el nacimiento de la Ciencia se buscó una justificación racional y objetiva para interpretar la Naturaleza, basada en un método de investigación riguroso y sistemático.

La **Ciencia** se define como un conjunto de conocimientos sobre el mundo, obtenidos mediante la observación, la experimentación y el razonamiento, de los que se deducen leyes a partir de las cuales se construyen teorías comprobables.

La Física y la Química son Ciencias de la Naturaleza y estudian los cambios que experimentan los cuerpos o sistemas, cualquiera que sea su naturaleza o tamaño.

La **Física** es la Ciencia que estudia todos aquellos cambios en los cuerpos o sistemas en los que no se modifica su naturaleza. Estos fenómenos se denominan **fenómenos físicos**.

Un ejemplo de cambio físico es la fusión de un sólido.

La **Química** es la Ciencia que se ocupa del estudio de la identidad de la materia y de los cambios que modifican su naturaleza. Estos cambios se denominan **fenómenos químicos**. Un ejemplo de fenómeno químico o cambio químico es el que ocurre cuando se quema la gasolina con aire en un motor de combustión.

Ambas ciencias se caracterizan por:

- Son ciencias experimentales, por lo que su desarrollo es empírico.
- Siguen un método determinado, el método científico.
- Utilizan un lenguaje basado en el uso de fórmulas y en el cálculo matemático.
- Proponen explicaciones provisionales, es decir, pueden ser modificadas a la luz de nuevas observaciones.

EL MÉTODO CIENTÍFICO

Los científicos utilizan un método de trabajo sistemático que se denomina método científico.

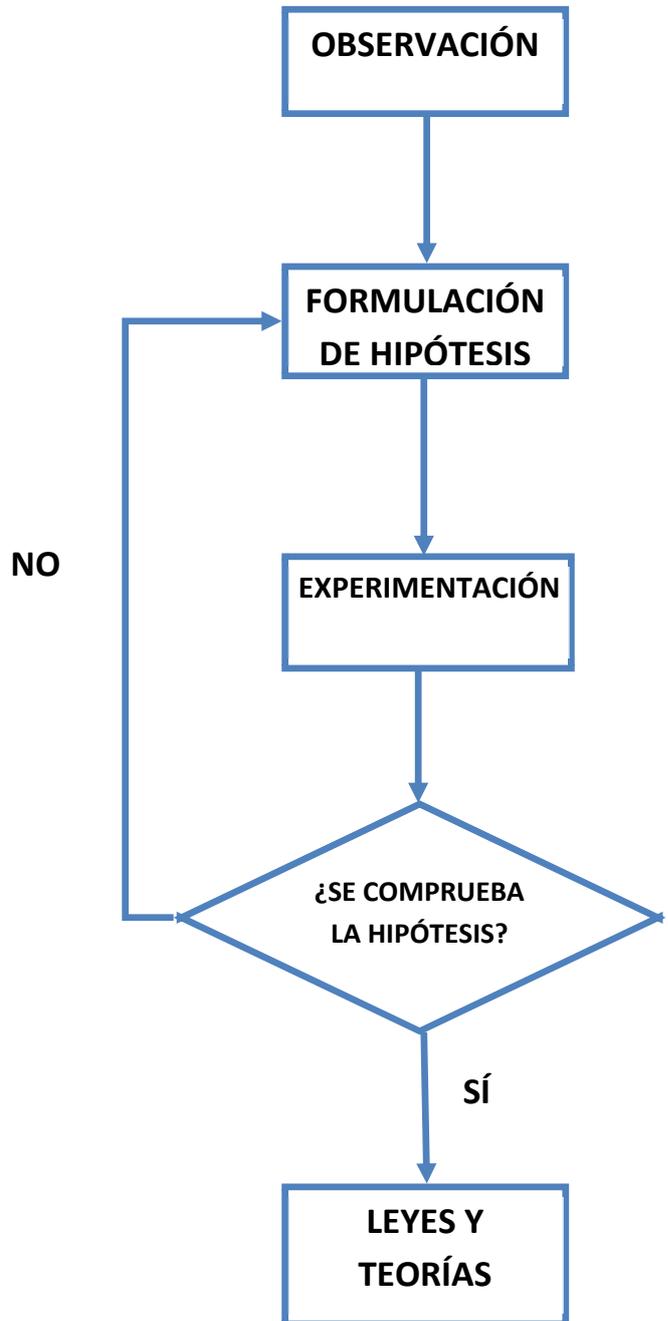
- **Observación.** La primera fase del método científico consiste en observar un determinado fenómeno. Las observaciones deben ser cuidadosas, exhaustivas y exactas.
- **Formulación de hipótesis.** Después de la observación viene la etapa más creativa del método que consiste en la formulación de hipótesis. La hipótesis es una explicación provisional del fenómeno observado y debe cumplir una serie de condiciones:



- Tiene que referirse a una situación real.
- Ha de formularse de forma precisa y mediante variables concretas.
- La relación entre las variables debe ser observable y medible.
- **Experimentación.** Una vez formulada la hipótesis, el científico debe comprobar si es cierta o no, mediante algún experimento de laboratorio o sobre el terreno.
- **Conclusiones.** El análisis de los datos obtenidos en los experimentos realizados, permite dar validez o no a una hipótesis, estableciéndose una serie de leyes y dando lugar a una teoría.

Una **ley** científica es una hipótesis confirmada y tiene un aspecto cuantitativo que puede ser descrito mediante fórmulas matemáticas. Las leyes pueden ser empíricas y teóricas.

Una **teoría** científica es un conjunto de hipótesis y leyes, y son siempre revisables. Si surgen nuevos datos o hechos experimentales. Una vez formuladas las teorías, el científico comunica sus resultados, de forma que otros científicos puedan corroborar la validez de la teoría.



Un ejemplo muy claro de la aplicación del método científico es el estudio del sistema de movimiento de los planetas.

OBSERVACIÓN	El Sol sale por el Este y se pone por el Oeste. La luna gira alrededor de la Tierra.
TEORÍA	La Tierra está quieta en el centro del Universo.
TEORÍA GEOCÉNTRICA	
NUEVOS HECHOS	No se puede explicar el movimiento de Venus.

NUEVA TEORÍA	El Sol está en el centro del Universo y los planetas giran alrededor de él.
--------------	---

TEORÍA HELIOCÉNTRICA

Las personas que no trabajan en el campo de las ciencias se imaginan a los científicos con batas blancas que se mueven de manera lógica de una hipótesis a experimentos y después formulan leyes y teorías. Esto realmente no es así. A menudo los resultados científicos surgen de manera accidental o mediante un descubrimiento fortuito. Así, el descubrimiento del compuesto anticancerígeno cisplatino por BARNETT ROSENBERG en 1965 o de la penicilina por ALEXANDER FLEMING en 1928 constituyen ejemplos maravillosos de descubrimientos fortuitos.

MAGNITUDES Y SU MEDIDA

Un proceso clave en el trabajo científico es el proceso de medir.

Se llama **magnitud** a cualquier propiedad observable de los cuerpos que se pueda medir. Ejemplos de magnitudes son la masa, el tiempo, la longitud, la presión, el trabajo, la potencia, la intensidad de corriente eléctrica, etc.

Medir una magnitud es comparar su valor con otra de referencia que se toma como patrón y que se denomina unidad.

El resultado de medir es la **medida** y son las veces que la unidad está contenida en la magnitud que se está midiendo.

Para poder medir es necesario definir la unidad con que se mide cada magnitud. A lo largo de la Historia, en los distintos países se han empleado unidades de medidas diferentes. En 1960 se celebró la XI Conferencia General de Pesos y Medidas en París y se estableció el **Sistema Internacional de Unidades (S.I.)**, basado en el sistema métrico decimal.



El S.I. se organiza en:

- **Magnitudes fundamentales.** Se definen por sí mismas y son independientes de las demás.
- **Magnitudes derivadas.** Se obtienen a partir de las fundamentales por combinación de ellas.
- **Magnitudes suplementarias.** No se ha decidido aún si son fundamentales o derivadas.

MAGNITUDES Y UNIDADES FUNDAMENTALES

MAGNITUD	UNIDAD	SÍMBOLO
Longitud	Metro	m
Masa	Kilogramo	kg
Tiempo	Segundo	s
Temperatura	Kelvin	K

Intensidad de corriente	Amperio	A
Intensidad luminosa	Candela	cd
Cantidad de sustancia	Mol	mol

MAGNITUDES Y UNIDADES SUPLEMENTARIAS

MAGNITUD	UNIDAD	SÍMBOLO
Ángulo plano	Radián	rad
Ángulo sólido	Estereorradián	sr

ALGUNAS MAGNITUDES DERIVADAS Y SUS UNIDADES

MAGNITUD	MAGNITUD DERIVADA	UNIDAD
Superficie	Longitud al cuadrado	m ²
Volumen	Longitud al cubo	m ³
Densidad	Masa/Volumen	kg/m ³ = kgm ⁻³
Velocidad	Longitud/Tiempo	m/s = ms ⁻¹
Aceleración	Velocidad/Tiempo	m/s ² = ms ⁻²
Fuerza	Masa·Aceleración	Kgms ⁻² = N (Newton)
Presión	Fuerza/Superficie	N/m ² = Pa (Pascal)
Energía	Fuerza·Longitud	N·m = J (Julio)
Potencia	Energía/Tiempo	J/s = W (Watio)

Existen algunas unidades que no son del S.I., pero que se siguen utilizando y que corresponden a otros sistemas más antiguos como el cegesimal (C.G.S.), el Técnico y el Inglés (F.P.S.).

Para escribir las unidades se siguen una serie de normas:

- Cada unidad se representa por una o más letras.
- Los símbolos de las unidades se escriben en minúsculas, excepto aquellas que derivan de un nombre propio (Pa, J, W, T, etc.)
- No se le añade la s de plural. Así, 10 gramos se escribe 10 g.
- Detrás del símbolo no se escribe el punto final, salvo que sea el final de una frase.

MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS.

Cuando se realizan medidas se pueden obtener números que pueden ser muy grandes o muy pequeños. En estos casos se emplean los múltiplos o submúltiplos del S.I., añadiendo un prefijo al símbolo de la unidad:

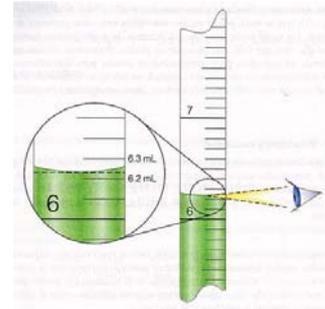
MÚLTIPLOS			SUBMÚLTIPLOS		
PREFIJO	SÍMBOLO	VALOR	PREFIJO	SÍMBOLO	VALOR
deca	da	10 ¹	deci	d	10 ⁻¹
hecto	h	10 ²	centi	c	10 ⁻²
kilo	K	10 ³	mili	M	10 ⁻³
Mega	M	10 ⁶	micro	μ	10 ⁻⁶
Giga	G	10 ⁹	nano	n	10 ⁻⁹
Tera	T	10 ¹²	pico	p	10 ⁻¹²
Peta	P	10 ¹⁵	femto	f	10 ⁻¹⁵
Exa	E	10 ¹⁸	atto	a	10 ⁻¹⁸

ERRORES

a) Tipos de errores.

Cuando se realiza una medida, ésta siempre está afectada por cierto error. Los errores pueden ser de dos tipos:

- **Sistemáticos.** Se relacionan con la forma de realizar la medida: mal uso del aparato de medida, debidos a la persona que realiza la medida (error de paralaje), puesta a cero del aparato, etc. Todos estos errores pueden eliminarse o minimizarse.
- **Errores accidentales o aleatorios.** Son debidos al azar y a causas imposibles de controlar. Para estudiarlos hay que recurrir a realizar cálculos estadísticos.



b) Cálculo de errores.

Se llama error absoluto (ε_a) de una medida al valor absoluto de la diferencia entre el valor verdadero de la medida y el valor que hemos obtenido al medir.

$$\varepsilon_a = |x_{real} - x_{medido}|$$

Como el valor real no se conoce, se repite la medida varias veces y se toma como valor real el valor medio de las medidas obtenidas.

$$x_{real} = \bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Se llama error relativo (ε_r) al cociente entre el error absoluto y el valor real:

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon_a}{x_{real}}$$

El error relativo se puede expresar como porcentaje, multiplicando el valor de ε_r por 100. Este tipo de error nos da una idea de la exactitud de la medida. El error relativo no tiene unidades y es un número comprendido entre 0 y 1, o entre 0 y 100 si se expresa en porcentaje.

Ejemplo.

Hemos medido la longitud de un libro, obteniendo los siguientes valores: 21.2; 21.0; 21.0; 21.7; y 20.9 (medidas expresadas en cm). Calcular:

- El valor medido.
- El error absoluto.
- Expresar de forma adecuada la medida.
- El error relativo.

a) El valor real será la media de todas las medidas:

$$\bar{x} = \frac{21.2 + 21.0 + 21.0 + 21.7 + 20.9}{5} = 21.2 \text{ cm}$$

b) Calculando las desviaciones de las medidas respecto al valor real se obtiene:

$$\varepsilon_a = \frac{0 + 0.2 + 0.2 + 0.5 + 0.3}{5} = 0.2$$

c) Expresión de la medida: $21.2 \pm 0.2 \text{ cm}$

d) $\varepsilon_r = \frac{0.2}{21.2} = 0.009$

ORGANIZACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS EXPERIMENTALES

La experimentación es la parte fundamental del trabajo científico. Esta etapa se basa en la realización de medidas y en la obtención de datos. Para llegar a obtener resultados y conclusiones correctas, hay que realizar un análisis adecuado de los datos. Para ello se recurre a las tablas de datos y a las gráficas.

a) Tablas de datos.

Las tablas de datos nos ayudan a comprender e interpretar los experimentos y relacionar las magnitudes que se van modificando. En los casos más sencillos se analiza la variación de dos magnitudes que intervienen en el fenómeno físico o químico.

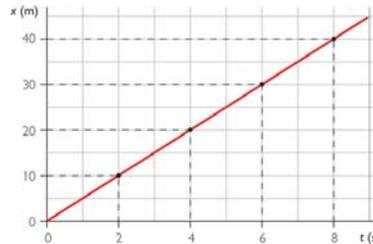
Las variables se colocan en una tabla donde se introducen los pares de valores obtenidos. Por ejemplo, si analizamos el alargamiento de un muelle a medida que se cuelgan diferentes masas en él:

Alargamiento (cm)	1.5	3	4.5	6	7.5	11
Masa (g)	10	20	30	40	50	60

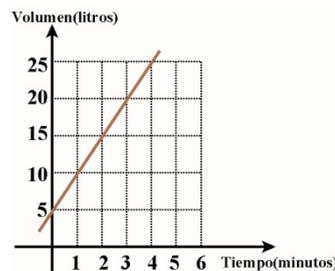
b) Representaciones gráficas.

Trazando unos ejes cartesianos y representando las dos variables se obtiene un gráfico que nos permite observar una tendencia y deducir una relación entre las variables. La relación entre las variables puede deducirse de los tipos de gráficas. Además cada gráfica puede asociarse a una función matemática.

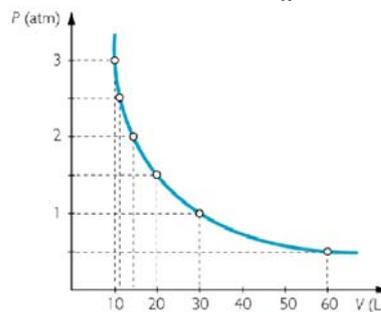
- **Función lineal.** Indica una relación de proporcionalidad entre las variables. El cociente entre cada pareja de datos es constante y se denomina pendiente de la gráfica. Su ecuación matemática es del tipo $y = mx$, donde m es la pendiente.



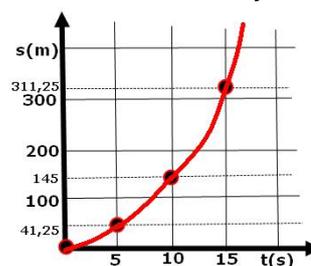
- **Función afín.** Se obtiene una línea recta que corta al eje de ordenadas en un punto (y_0) y que se denomina ordenada en el origen. Su expresión matemática es del tipo $y = y_0 + mx$.



- **Función inversa.** Indica que las variables son inversamente proporcionales. Se obtiene una gráfica denominada hipérbola y el producto de cada pareja de datos es constante. La ecuación matemática que la representa es $y = \frac{k}{x}$, donde k es una constante.



- **Función cuadrática.** El valor de y varía con el cuadrado de la magnitud x . La gráfica se denomina parábola, y su expresión matemática es $y = ax^2$.



PICTOGRAMAS DE PELIGROSIDAD EN EL LABORATORIO

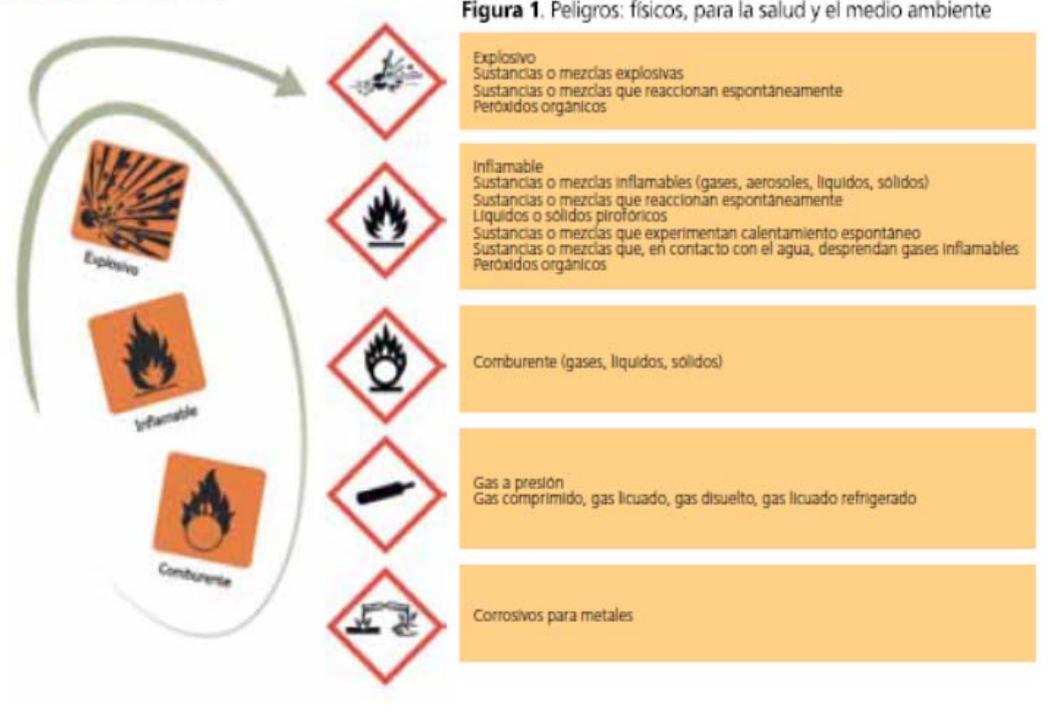
	E Explosivo	<p>Clasificación: Sustancias y preparaciones que reaccionan exotérmicamente también sin oxígeno y que detonan según condiciones de ensayo fijadas, pueden explotar al calentarse bajo inclusión parcial.</p> <p>Precaución: Evitar el choque, Percusión, Fricción, formación de chispas, fuego y acción del calor.</p>
	F Fácilmente inflamable	<p>Clasificación: Líquidos con un punto de inflamación inferior a 21°C, pero que NO son altamente inflamables. Sustancias sólidas y preparaciones que por acción breve de una fuente de inflamación pueden inflamarse fácilmente y luego pueden continuar quemándose ó permanecer incandescentes.</p> <p>Precaución: Mantener lejos de llamas abiertas, chispas y fuentes de calor.</p>
	F+ Extremadamente inflamable	<p>Clasificación: Líquidos con un punto de inflamación inferior a 0°C y un punto de ebullición de máximo de 35°C. Gases y mezclas de gases, que a presión normal y a temperatura usual son inflamables en el aire.</p> <p>Precaución: Mantener lejos de llamas abiertas, chispas y fuentes de calor.</p>
	C Corrosivo	<p>Clasificación: Destrucción del tejido cutáneo en todo su espesor en el caso de piel sana, intacta.</p> <p>Precaución: Mediante medidas protectoras especiales evitar el contacto con los ojos, piel y indumentaria. NO inhalar los vapores. En caso de accidente o malestar consultar inmediatamente al médico!.</p>
	T Tóxico	<p>Clasificación: La inhalación y la ingestión o absorción cutánea en pequeña cantidad, pueden conducir a daños para la salud de magnitud considerable, eventualmente con consecuencias mortales.</p> <p>Precaución: evitar cualquier contacto con el cuerpo humano. En caso de malestar consultar inmediatamente al médico. En caso de manipulación de estas sustancias deben establecerse procedimientos especiales!.</p>
	T+ Muy Tóxico	<p>Clasificación: La inhalación y la ingestión o absorción cutánea en MUY pequeña cantidad, pueden conducir a daños de considerable magnitud para la salud, posiblemente con consecuencias mortales.</p> <p>Precaución: Evitar cualquier contacto con el cuerpo humano, en caso de malestar consultar inmediatamente al médico!.</p>
	O Comburente	<p>Clasificación: (Peróxidos orgánicos). Sustancias y preparados que, en contacto con otras sustancias, en especial con sustancias inflamables, producen reacción fuertemente exotérmica.</p> <p>Precaución: Evitar todo contacto con sustancias combustibles.</p> <p>Peligro de inflamación: Pueden favorecer los incendios comenzados y dificultar su extinción.</p>

	<p>Xn Nocivo</p>	<p>Clasificación: La inhalación, la ingestión o la absorción cutánea pueden provocar daños para la salud agudos o crónicos. Peligros para la reproducción, peligro de sensibilización por inhalación, en clasificación con R42. Precaución: evitar el contacto con el cuerpo humano.</p>
	<p>Xi Irritante</p>	<p>Clasificación: Sin ser corrosivas, pueden producir inflamaciones en caso de contacto breve, prolongado o repetido con la piel o en mucosas. Peligro de sensibilización en caso de contacto con la piel. Clasificación con R43. Precaución: Evitar el contacto con ojos y piel; no inhalar vapores.</p>
	<p>N Peligro para el medio ambiente</p>	<p>Clasificación: En el caso de ser liberado en el medio acuático y no acuático puede producirse un daño del ecosistema por cambio del equilibrio natural, inmediatamente o con posterioridad. Ciertas sustancias o sus productos de transformación pueden alterar simultáneamente diversos compartimentos. Precaución: Según sea el potencial de peligro, no dejar que alcancen la canalización, en el suelo o el medio ambiente! Observar las prescripciones de eliminación de residuos especiales.</p>

Estos pictogramas son los correspondientes a la Normativa antigua, pero, por otra parte son muy frecuentes todavía en los etiquetados y envases existentes en la mayoría de los centros educativos.

En la Normativa actual son los pictogramas son algo distintos pero con el mismo significado genérico. Se indican asimismo en las etiquetas las frases de peligro, advertencia y precaución necesarias.

PELIGROS FÍSICOS



PELIGROS PARA LA SALUD

Tóxico o muy tóxico

Nocivo o irritante

Corrosivo

Toxicidad aguda; mortal o tóxico (oral, cutánea, por inhalación)

Toxicidad aguda: nocivo (oral, cutánea, por inhalación)
Irritación cutánea, ocular o vías respiratorias
Sensibilización cutánea
Toxicidad específica en determinados órganos
Efectos narcóticos

Corrosión cutánea
Lesión ocular grave

Sensibilización respiratoria
Mutagenicidad en células germinales
Carcinogenicidad
Toxicidad para la reproducción
Toxicidad específica en determinados órganos
Peligro por aspiración

PELIGROS PARA EL MEDIO AMBIENTE

Peligroso para el medio ambiente

Peligroso para el medio ambiente acuático

MATERIAL BÁSICO DE LABORATORIO



Balanza granatario



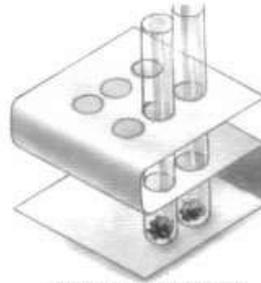
Embudo Buchner
Matraz Kitasato



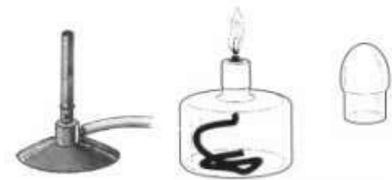
Embudo Gibson Embudo cónico



Frascos lavadores



Gradilla y tubos de ensayo



Mechero Bunsen Mechero de alcohol



Matraz de destilación



Matraz de fondo plano



Matraz Erlenmeyer



Matraz aforado



Mortero



Nuez doble



Pinzas de madera



Pinzas de bureta



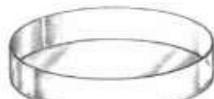
Probeta



Bureta



Vaso de precipitados y agitador



Placa Petri



Vidrio de reloj



Cápsula de porcelana



Barra



Rejilla



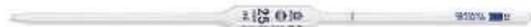
Aro



Soporte



Tripodes



Pipeta aforada



Pipeta graduada

1. Razona cuáles de las siguientes hipótesis pueden considerarse científicas y cuáles no:
 1. La presión atmosférica depende de la temperatura de aire.
 2. Los astros ejercen una influencia sobre los seres humanos que no se puede detectar por medios físicos.
 3. Los cuerpos materiales son metales o no lo son.
 4. El brillo de una bombilla depende del número de personas que se hallen en la habitación.
 5. Si se observa durante un tiempo suficiente, se verá la fusión de un bloque de hielo.
2. Ana ha inflado un globo a medias. Después ha observado lo que le sucede al ponerlo al sol. Más tarde, ha introducido el globo durante varias horas en el congelador:
 1. ¿Qué estaba investigando Ana?
 2. ¿Cuál es la hipótesis inicial?
 3. ¿Cuáles son las variables que intervienen en el experimento?
 4. ¿La experiencia confirma la hipótesis de Ana?
 5. ¿Cómo podría Ana mejorar su diseño experimental?
3. Señala qué ejemplos se estudian en las clases de Física y cuáles en las clases de Química:
 1. Un vagón descendiendo por una montaña rusa.
 2. El eco producido en un concierto.
 3. El deshielo de una pista de nieve.
 4. Encender una chimenea en invierno.
 5. La explosión de fuegos artificiales.
 6. Freír un huevo.
 7. Medir la velocidad de un coche de Fórmula 1.
 8. Calentar agua para un experimento.
4. Convierte las siguientes medidas al SI y expresa el resultado en notación científica. Recuerda que una hectárea equivale a 1 hm^2 .

a) 17 cm	b) 35 mm	c) $45000 \mu\text{m}$	d) 7.5 km
e) 0.5 dam	f) 3.35 cm	g) 500 cm^2	h) 57 ha
i) 10000 mm^2	j) 3.4 km^2	k) 0.5 ha	l) 3.2 dm^2
m) 250 cm^3	n) 15 L	ñ) 0.035 hm^3	o) 20 mL
p) 2500 L	q) 33 cL	r) 450000 cm^3	s) 7.7 dL
t) 450 kL	u) 34 Mw	w) 5 ng	x) 39 pm
5. Realiza los siguientes cambios de unidades:

a) 180 km/h a km/min	b) 30 €/m a €/cm	c) 3.6 L/min a L/h
e) 15 cm/año a mm/día	f) 4.5 g/L a kg/m^3	g) 120 km/h a m/s
i) 27000 kg/m^3 a g/dm^3	j) 88 MN/s a N/h	k) 58 kJ/s a J/h

- l) 3.6 L/min a m³/h m) 15 cm/año a μm/día n) 45 L/min a m³/día

6. Transformar las siguientes unidades en unidades SI:

- | | | |
|-------------|------------|-----------|
| a) 150 km/h | b) 45 min | c) 67 pN |
| e) 85 mw | f) 85 kL | g) 67°C |
| i) 850 Mw | j) 589 ng | k) 250 Tm |
| l) 56 L/cm | m) 23 cm/s | n) 0°C |

7. Expresa las siguientes cantidades en segundos:

- a) Esta clase dura 50 minutos.
b) La película *El señor de los anillos* dura 3 horas.

8. Escribe las siguientes cantidades en unidades del SI y en notación científica, utilizando el método de los factores de conversión.

- a) Radio de la Tierra, 6370 km.
b) Masa de un hipopótamo, 1400 kg.
c) Récord mundial de los 100 m, 958 cs.
d) Altura de Pau Gasol, 215 cm.
e) Velocidad máxima del AVE, 300 km/h.
f) Radio de un átomo de hidrógeno, 52 pm.
g) Masa del monoplaza de Fernando Alonso, 0.650 t
h) Tamaño del virus de la gripe, 120 nm.
i) Densidad del agua del mar, 1.13 g/ml
j) Velocidad de un caracol, 0.9 cm/s
k) Densidad del aire de esta habitación, 1.22 g/L

9. Escribe las siguientes cantidades en las unidades indicadas:

- | | | |
|-----------------------------------|--|----------------------|
| a) 6.56 m ³ en mL | b) 85.6 cm ³ en hL | c) 56.98 min en días |
| e) 92.6·10 ⁻⁷ kg en mg | f) 65.6·10 ⁻⁴ m ³ en cm ³ | g) 3.46 m/s en km/h |
| i) 3.45 t/m ³ en g/L | j) 100 TJ/día en J/s | k) 58°C en K |

10. Expresa en el SI las velocidades de las pelotas más rápidas en los distintos deportes y ordénalas de menor a mayor:

- a) Fútbol, 140 km/h.
b) Tenis, 67 m/s.
c) Béisbol, 155 millas/h. Ten en cuenta que 1 milla = 1609 m
d) Golf, 5.7 km/min.

11. Escribe las siguientes cantidades en unidades del SI, utilizando el método de los factores de conversión.

- | | | | |
|---------------|---------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| a) 119 km/h | b) 4567 mm ² | c) 7067.4 km/día | d) 34.78 cg/L |
| e) 77.6 dam/h | f) 346 g/L | g) 934.8 hm/min | h) 34.78 g/dm ³ |
| i) 733.3 mg/L | j) 958 hg/mm ³ | k) 34.78·10 ⁻⁴ kg/L | l) 29.6·10 ⁶ mm/h |
| m) 3.46 mg/L | n) 694.98 hg/cm | ñ) 50 km/h | o) 500 K |

- p) 430 mm q) 0.05 dm³ r) 50°C s) 48 g/L
 t) 20 cm/min u) 108 km/h v) 45.3 mg/cm x) 25 mm³/min
 y) 460000 µg z) 11 Gm/h

12. Para medir la longitud de una hoja de papel DIN-A4 se realizan diez medidas y se obtienen los siguientes resultados expresados en mm: 297, 299, 296, 297, 296, 297, 298, 299, 296, 297. Calcula el error absoluto, expresa la medida correctamente y el error relativo.

13. Para medir la masa de una esfera se realizan cinco medidas. El resultado obtenido en gramos es:

Medida	1	2	3	4	5
Masa (g)	87.62	87.49	87.55	87.59	87.51

- a) ¿Qué valor tomamos como representativo de la masa de la esfera?
 b) ¿Cuál es el error absoluto?
 c) ¿Y el error relativo?
- 14.** Has medido la longitud de un rotulador utilizando una regla calibrada en mm y se obtienen los siguientes valores: 141, 142, 143, 141. ¿Cuál es el error absoluto y relativo cometido?
- 15.** Un alumno ha medido la longitud de la mesa del profesor y ha obtenido 140 cm siendo su longitud real 150 cm. Otro alumno ha medido la longitud del patio de recreo y ha obtenido 81 m siendo la longitud real 80 m. ¿Qué error absoluto ha cometido cada uno? ¿Quién ha medido con más precisión?
- 16.** Se ha determinado el contenido en mercurio en peces de un río, realizándose ocho medidas, y se han obtenido los siguientes resultados en µg: 2.35, 2.44, 2.70, 2.48, 2.44, 2.43, 2.43, 2.44. Calcular el error absoluto, el relativo y expresa la medida correctamente.

17. Fernando se ha pesado ocho veces consecutivas en una báscula de baño, que tiene una escala graduada en kg. El resultado de las medidas es: 72; 71; 73; 71; 72; 72; 73; 71. Calcula:

1. La precisión de la báscula de baño.
2. El error absoluto y el error relativo de las medidas.

18. ¿Cuál de las dos medidas siguientes es más precisa: el radio de la Tierra mide 6380 ± 10 km; la longitud de una mesa es de 46 ± 1 cm?

19. Un vaso contiene un líquido a 60°C. La habitación en que se encuentra está a 20°C. A medida que transcurre el tiempo, el líquido se enfría, de acuerdo con los datos de la siguiente tabla:

t(min)	0	5	10	15	20
T(°C)	60	55	50	45	40

- a) Representa los valores en una gráfica. Utiliza el eje de abscisas para el tiempo y el eje de ordenadas para la temperatura.
 b) Encuentra una ley que relaciona ambas variables y escribe la ecuación matemática correspondiente.

- c) Calcula el instante en que se alcanza la temperatura de 31.5°C .
- d) Si han transcurrido 22.2 s , ¿qué temperatura tendrá el vaso?
- 20.** La siguiente tabla recoge el volumen que ocupa un gas en función de la presión a la que está sometido:

V(cm^3)	200	160	125	100
P(atm)	1	1.25	1.60	2

- a) Representa los datos en una gráfica V-T.
- b) ¿Cómo se llama la gráfica que aparece?
- c) ¿Qué ecuación matemática relaciona las dos magnitudes?
- d) ¿Cuál será el volumen del gas si la presión es de 3.2 atm ?
- e) ¿A qué presión tendrá que estar el gas para que ocupe un volumen de 80 mL ?
- 21.** Unos estudiantes han determinado el peso y la longitud de distintos trozos de cable (todos hechos del mismo material y con el mismo grosor) y han recogido los datos en la siguiente tabla:

L(m)	0.4	1.21	2.05	2.81	3.5	4
P(N)	25	79	125	182	227	260

- a) Representa la gráfica L-P.
- b) ¿Qué ecuación matemática relaciona las dos magnitudes?
- c) ¿Cuánto pesa un trozo de cable de 7.5 m ?
- d) ¿Qué longitud tiene un trozo de cable que pesa 200 N ?