
FÍSICA Y QUÍMICA
4º ESO

I. QUÍMICA

II. FÍSICA

La Actividad Científica

Prof. Jorge Rojo Carrascosa

Índice general

1. LA MEDIDA EN LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA	2
1.1. MAGNITUDES, DIMENSIONES y UNIDADES	3
1.1.1. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES	3
1.1.1.1. MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS	4
1.2. ERRORES EN LA MEDIDA	6
1.2.1. CIFRAS SIGNIFICATIVAS	7
1.3. EL METODO CIENTÍFICO	8
1.3.1. EL MÉTODO EXPERIMENTAL O INDUCTIVO	9
1.3.2. EL MÉTODO TEÓRICO O DEDUCTIVO	10
2. EL LABORATORIO DE CIENCIAS	11
2.1. NORMAS DE LABORATORIO	11
2.1.1. NORMAS GENERALES	11
2.1.2. NORMAS EN LA UTILIZACIÓN DEL VIDRIO Y DE LA TEMPERATURA	12
2.1.3. NORMAS DE UTILIZACIÓN DE LA BALANZA	13
2.2. MATERIAL DE LABORATORIO	13
2.3. PRODUCTOS QUÍMICOS	15
2.3.1. NORMAS DE UTILIZACIÓN	15
2.3.2. TRATAMIENTO DE RESIDUOS	16
2.3.3. SÍMBOLOS DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS	17

Capítulo 1

LA MEDIDA EN LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA

La física y la química, al igual que otras áreas de la ciencia, operan con aquellas propiedades y características que, además de ser observables, son susceptibles de medida. De ahí que estas propiedades pueden expresarse mediante expresiones matemáticas y como consecuencia, se pueda operar con ellas como cualquier magnitud matemática.

Cuando realizamos una medida en el laboratorio de ciencias, siempre existe un error o incertidumbre intrínseco al instrumento de medida que hemos utilizado, ya sea un metro, una balanza, una probeta, . . . Toda la instrumentación tiene asociada una precisión y por tanto, esa incertidumbre en la medida, viene marcada por este factor.

Una medida exacta nunca va a ser posible por las limitaciones que marca el instrumental de laboratorio, por tanto, la última cifra de cualquier medida que realizamos en cualquier observación experimental, siempre será incierta.

1.1. MAGNITUDES, DIMENSIONES y UNIDADES

Estas propiedades observables en la naturaleza se denominan **magnitudes**. Las magnitudes pueden ser escalares (si queda definida mediante un escalar, por ejemplo el tiempo, la masa, la temperatura, ...), vectoriales (cuando se definen mediante un vector, como la aceleración, la posición, la velocidad, ...), tensoriales (al definirla con un tensor, así, la tensión o el momento de inercia de un sólido rígido pertenecen a esta clasificación) e incluso intensivas (si no dependen de la masa o forma del cuerpo, como el punto de fusión o ebullición) o extensivas (si dependen de la masa o forma del cuerpo, como la masa).

A cada magnitud de la Física y la Química se le asigna una **dimensión** y a ésta, una **unidad**. La dimensión representa la naturaleza cualitativa de una cantidad física y la unidad la cuantitativa.

Para definir las magnitudes, su dimensión y su unidad se debe de proponer un sistema de unidades. El más común, aunque existen otros, es el Sistema Internacional (SI) de unidades, para él se definen unas magnitudes fundamentales a partir de las cuales se pueden generar cualquier otro tipo de magnitud denominadas secundarias o derivadas.

1.1.1. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

Existen varios sistemas de unidades pero el más ampliamente utilizado es el **Sistema Internacional de unidades, (SI)**. Fue creado en 1960 por la Conferencia General de Pesas y Medidas, aunque posteriormente fue actualizado en 1971 para completar las 7 unidades básicas o fundamentales. Gracias al SI se puede asegurar la veracidad de las características de los objetos que circulan en el comercio internacional.

Las ventajas de utilizar el SI de unidades vienen dadas fundamentalmente por una mayor generalidad y coherencia. Así,

- **Coherencia:** El producto o el cociente de dos o más de sus dimensiones da como resultado la unidad derivada correspondiente.
- **Generalidad:** La unidad de fuerza es independiente de la aceleración debida al campo gravitatorio terrestre y por tanto ser unidad derivada, en cambio en sistemas gravitacionales, la fuerza es una cantidad física fundamental y su unidad estaría definida estrictamente.

- Los factores de proporcionalidad para obtener unidades derivadas de las básicas son siempre la unidad.
- Se utiliza exclusivamente el sistema arábigo de numeración con base 10 y se usan prefijos para facilitar el trabajo.

El sistema internacional de unidades esta cimentado en 3 unidades, las **fundamentales o básicas**, las **derivadas**, aquellas que derivan de las fundamentales, y las **suplementarias o auxiliares**.

- **Las unidades Fundamentales**

Bajo esta denominación se encuentran aquellas unidades consideradas independientes desde un punto de vista dimensional, es decir, son el punto de partida sobre el que se asienta el SI.

Las unidades base son siete y se han descrito bajo una descripción operacional basada en constantes universales. Todas ellas, excepto la unidad de masa, están basadas en fenomenos físicos fundamentales.

Magnitudes fundamentales	Dimensión	Unidad
Longitud	L	metro (m)
Masa	M	Kilogramo (kg)
Tiempo	θ	segundo (s)
Temperatura	K	Kelvin (K)
Intensidad de corriente eléctrica	I	Amperio (A)
Intensidad Luminosa	J	Candela (cd)
Cantidad de Sustancia	N	mol (m)

1.1.1.1. MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS

Al generar un sistema de unidades también hay que definir los múltiplos y submúltiplos de éstas que nos permitan manejar cantidades numéricas más asequibles.

La siguiente tabla muestra la relación que existe entre una unidad y los diferentes factores de proporcionalidad de correspondientes los múltiplos y submúltiplos.

10^n	Prefijo	Símbolo
10^{18}	exa	E
10^{15}	peta	P
10^{12}	tera	T
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	kilo	k
10^2	hecto	h
10^1	deca	da
–	unidad	–
10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	mili	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a

■ Las unidades derivadas

Las unidades derivadas son aquellas que derivan de las magnitudes fundamentales. Es decir, que combinando las unidades básicas mediante relaciones algebraicas podemos definir cualquier otra magnitud física. Por ejemplo, la velocidad se define como la razón de la longitud y el tiempo, por tanto tendrá como dimensiones y unidades $\frac{L}{M}$ y $\frac{m}{s}$ respectivamente.

Normalmente, para indicar las dimensiones de una magnitud, se escribe el símbolo que representa ésta entre corchetes, []. Por ejemplo:

$$[v] = LT^{-1} \quad [a] = LT^{-2} \quad [F] = MLT^{-2} \quad [q] = IT$$

En la siguiente tabla podemos ver algunas de las magnitudes derivadas del espectro científico,

Magnitud y unidad	Símbolo	Unidades básicas
Fuerza (Newton)	N	Kgm/s ²
Presión (Pascal)	Pa	N/m ²
Energía (Julio)	J	Nm
Potencia (vatio)	W	J/s
Carga eléctrica (Culombio)	C	As
Potencial eléctrico (Voltio)	V	W/A

■ Las unidades Suplementarias o Auxiliares

Estas unidades aún no tienen una definición clara, de ahí que se las denomine como suplementarias pero no nos ha de extrañar que en un futuro se agregaran a las unidades fundamentales.

Así, tenemos el ángulo plano, cuya unidad es el radian (rad) y el ángulo sólido con el estereoradián (sr) como unidad.

- El **radián** (rad), es el ángulo plano que teniendo su vértice en el centro de un círculo, intercepta sobre la circunferencia de este círculo, un arco de longitud igual a la del radio.
- El **estereoradián** (sr) es el ángulo sólido que, teniendo su vértice en el centro de una esfera, delimita sobre la superficie esférica correspondiente a un área igual a la de un cuadrado que tiene como lado el radio de la esfera.

1.2. ERRORES EN LA MEDIDA

La observación de un fenómeno es en general incompleta excepto que dé lugar a una información cuantitativa. Para obtener esta información se requiere la medida de una propiedad física (magnitud) directamente observable. Todas las medidas experimentales están afectadas por una cierta imprecisión inevitable, y el objetivo principal del denominado cálculo de errores consiste en acotar el valor de estas imprecisiones, denominadas errores experimentales.

Al utilizar cualquier aparato de medida hay que tener en cuenta tres factores que indica la validez de las medidas realizadas en su utilización:

- **Exactitud:** Indica el grado de coincidencia de una medida con el valor verdadero. La exactitud nos permite determinar el número de cifras que tiene sentido asociar con una cantidad.
- **Precisión:** Es el grado de reproducibilidad de la medida.
- **Sensibilidad:** Se relaciona con el valor mínimo de la magnitud que es capaz de medir.

Como errores fenomenológicos en los aparatos de medida y en su propio uso tenemos,

- **Sistemáticos:** Errores que se producen en la misma dirección en cada medida. En este caso el aparato de medida necesitará una calibración adecuada.

- Accidentales: Estos errores son inherentes a la medida experimental. Su distribución obedece las leyes del azar y alteran en uno u otro sentido la medida. Pueden ser debidos a variaciones de Temperatura o de presión, ...
- Personales: En este caso la inexperiencia del experimentador con los aparatos de medida perjudican de forma notable la medida. Son los más difíciles de detectar pero los más fáciles de corregir.

1.2.1. CIFRAS SIGNIFICATIVAS

El uso de **cifras significativas** expresa el grado de imprecisión de un dato. Así, Por ejemplo, una magnitud medida con una incertidumbre del 0,1 % se deberá expresar con un máximo de cuatro cifras significativas. Por norma, de todas las cifras significativas de un dato, la última es imprecisa en al menos ± 1 unidad. El uso de cifras significativas implica una pérdida de error sobre el valor.

El número de cifras significativas de un dato viene dado por todas aquellas exceptuando los ceros por la izquierda y también los ceros por la derecha sin punto decimal. Así, por ejemplo, las medidas siguientes tienen como cifras significativas:

125,3 kg	→	4 cifras significativas
0,00012 g	→	2 cifras significativas
13000 m	→	2 cifras significativas
13000, m	→	5 cifras significativas

Para aplicar las cifras significativas nos apoyamos en una serie de reglas básicas:

1. El resultado de multiplicar o dividir dos números tiene el mismo número de cifras significativas que aquel de los operantes que tiene menos. Por ejemplo: $(7,8 \cdot 23,4562)/3,1416 = 58$.
2. El resultado de la suma o resta de dos números no puede tener cifras significativas más allá de la última cifra en la que ambos números originales tienen la cifra significativa. Por ejemplo: $3,141592 + 2,10 = 5,24$.
3. Si la primera cifra no significativa es más pequeña que 5, la última conservada no se modifica. Por ejemplo, 42,2626 con 4 cifras significativas será 42,26, dado que $0,0026 < 0,005$.
4. Si la primera cifra no significativa es más grande que 5, la última conservada se incrementa en una unidad. Por ejemplo, 15,27 con 3 cifras significativas será 15,3, ya que $0,07 > 0,05$.

5. Si la primera cifra no significativa es igual a 5, la última cifra conservada no se modifica cuando es par, y se incrementa en una unidad si es impar, de manera que posteriormente sea par. Por ejemplo, 0,3725 se redondea a 0,372 y 15,4135 se redondea a 15,414.

1.3. EL METODO CIENTÍFICO

El método científico es el camino por el cuál los científicos buscan encontrar una respuesta a fenómenos naturales. En este trayecto es necesario establecer relaciones entre distintos aspectos de un fenómeno para enunciar leyes que permitan, con estos conocimientos, proyectar distintas aplicaciones útiles al hombre. El método científico fue definido por primera vez por Descartes (1637) en su obra *Discurso del método*, en ella ofrece una reglas para dirigir la razón en la búsqueda de la verdad en las ciencias.

Todas las áreas científicas aplican el método científico ya que éste les ofrece una herramienta planificada para trabajar. Partiendo de una base mecanicista, descomponiendo el todo en partes más pequeñas y fáciles de estudiar, podemos llegar al conocimiento del todo gracias a las interconexiones menores.

Por tanto, bajo este prisma, podemos decir que el método científico ofrece las siguientes posibilidades al investigador,

- Es el modo ordenado de proceder para el conocimiento de la verdad, en el ámbito de determinada disciplina científica.
- Ofrece un conjunto sistemático de criterios de acción y de normas que orientan el proceso de investigación. Por tanto, tiene un objetivo didáctico, ya que permite planear, discutir y volver a planear el problema investigado.
- Es la manera de ordenar y guiar una actividad hacia un fin.
- Es objetivo, es decir, busca la verdad sin tener en cuenta valores y creencias del investigador.

El método científico sólo se ciñe a los hechos, por tanto, exige una verificación con la realidad, de ahí que se validen o ajusten sus conclusiones para llegar a una formulación general. El método científico se basa en la reproducibilidad y en la refutabilidad.

En su desarrollo se observan un conjunto de **etapas** que señalan el procedimiento para llevar a cabo una investigación o estudio cuyos resultados sean válidos por la comunidad científica.

1. **Observación:** En esta etapa se tiene que delimitar y definir el objeto de la investigación o problema. Nuestra observación nos permite identificar realidades acontecimientos específicos a través de nuestros sentidos.
2. **Planteamiento del problema:** En este punto el científico debe preguntarse *cómo, dónde, cuándo, qué y para qué* es el fenómeno natural de estudio.
3. **Hipótesis Previas:** Las hipótesis previas (o soluciones previas) nos pueden marcar el camino dando unas respuestas lógicas a las preguntas. Las hipótesis pueden ser falsas o verdaderas y deberán ser sometidas a una comprobación (experimentación). Sus resultados determinarán una u otra realidad.
4. **Experimentación:** La experimentación consiste en someter a un sujeto o proceso a variables controladas. En ella debemos tener dos grupos de prueba: el de control y el experimental. Ambos se someterán a las mismas condiciones, excluyendo la variable que se ha elegido para el estudio.
5. **Análisis de resultados y Conclusiones:** Una vez realizada la experimentación, la hipótesis de partida se determina si es verdadera o falsa. Un análisis más profundo nos dará el alcance espacial y temporal del fenómeno y por tanto, la generación de una **ley científica** (describe un fenómeno observado) o una **teoría científica** (explica un fenómeno observado).

Una **Teoría Científica** es una declaración parcial o totalmente verdadera, verificada por medio de la experimentación o de las evidencias y que sólo es válida para un tiempo y un lugar determinados. Si la teoría fuera verificada como verdadera en todo tiempo y lugar, entonces es considerada como **Ley Científica**. Por tanto, la teoría está sujeta a cambios, una ley es permanente e inmutable. Una ley es comprobable en cualquier tiempo y espacio.

Dentro del marco del método científico existen varias formas de actuar, aunque las dos tendencias más utilizadas a la hora de aplicar el método son el método inductivo y el deductivo, aunque tanto una como otra se utilizan dentro de los procesos de los dos métodos. Al pensar continuamente inducimos y deducimos.

1.3.1. EL MÉTODO EXPERIMENTAL O INDUCTIVO

La simple observación con nuestros sentidos nos permite crear imágenes y sensaciones del mundo que nos rodea para, posteriormente, hacer distintas predicciones futuras. Por tanto, en su estudio, el científico, realiza experiencias con el fenómeno estudiado variando de una en una las variables que intervienen hasta inducir una ley que las relaciona.

Esa la ley inducida, para que sea cierta, debe cumplirse siempre. Así se confirma las hipótesis de partida. Este método nos induce al descubrimiento de una Teoría por medio de las experiencias.

Toda investigación observacional parte de este método. El uso de la rueda, el estudio del arcoiris o la máquina de vapor son ejemplos de razonamientos inductivos.

1.3.2. EL MÉTODO TEÓRICO O DEDUCTIVO

En este método se parte de la imaginación, generando previamente una serie de normas o axiomas previos cuya aplicación da lugar a leyes que deberán ser validadas en el futuro. Por tanto, el método es totalmente teórico en sus inicios aunque finalmente sea necesario una corroboración experimental. Se le llama deductivo por que en esencia consiste en sacar consecuencias (deducir) de un principio o suposición.

Se utiliza en las ciencias teóricas (Física y Química teórica). El último ejemplo de este método fue la corroboración experimental del bosón de Higgs. También lo usaron Newton en su teoría de la gravitación universal o Einstein en la teoría de la relatividad general.

Capítulo 2

EL LABORATORIO DE CIENCIAS

Todas las disciplinas científicas tienen lo que se denomina trabajo de campo o de laboratorio, por tanto, es necesario conocer las normas, las técnicas experimentales y el material presente en el laboratorio.

Trabajar en el laboratorio exige cumplir con una serie de normas de seguridad que eviten accidentes. Las principales causas de peligro cuando se trabaja en el laboratorio son:

1. Moverse por el laboratorio de forma peligrosa
2. Cortarse con vidrios rotos
3. Quemarse con sustancias calientes
4. Intoxicarse con productos químicos

2.1. NORMAS DE LABORATORIO

El trabajo en el laboratorio exige cumplir una serie de normas generales y específicas.

2.1.1. NORMAS GENERALES

- Cada equipo de trabajo se responsabilizará de su zona de trabajo y de su material.
- Es conveniente la utilización de bata, ya que evita que posibles proyecciones de sustancias químicas lleguen a la piel y deterioros en sus prendas de vestir. Si la sustancia lo requiere, se utilizarán gafas de laboratorio y guantes de látex.

- Deben recogerse el pelo largo y quitarse anillos, cadenas y collares. Nunca deben llevarse lentillas sin gafas protectoras, pues retienen las sustancias corrosivas en el ojo.
- Por supuesto, en el laboratorio está terminantemente prohibido beber o comer.
- Muy importante: los datos experimentales se pierden con facilidad; cada componente del grupo debe anotarlos inmediatamente en su cuaderno de laboratorio.
- Con permiso del profesor y para luego utilizarlo en el informe de laboratorio se podrán hacer fotos de los productos obtenidos o de las técnicas utilizadas en la experiencia.

2.1.2. NORMAS EN LA UTILIZACIÓN DEL VIDRIO Y DE LA TEMPERATURA

- Cualquier material caliente no se distingue a simple vista del mismo material frío. Compruebe su temperatura antes de asirlo.
- Si se hace fuerza sobre un vidrio es fácil que se quiebre y se clave en sus manos. Debe proteger sus manos con guantes o trapos cuando se aplique fuerza a un vidrio, como al introducir tubos o termómetros a través de tapones.
- Al calentar un tubo de ensayo con una disolución, el líquido puede hervir de golpe y salir proyectado hacia un compañero. Hay que tener presentes dos normas:
 1. La boca debe apuntar hacia una pared o ventana, nunca hacia donde estén los compañeros.
 2. El tubo se calienta por un costado y agitando lentamente, nunca se calienta por la base.
- En caso de inflamarse la ropa o el pelo utilice la ducha de emergencia del laboratorio.
- El botiquín del laboratorio contiene lo necesario para los primeros auxilios de cortes y de quemaduras.

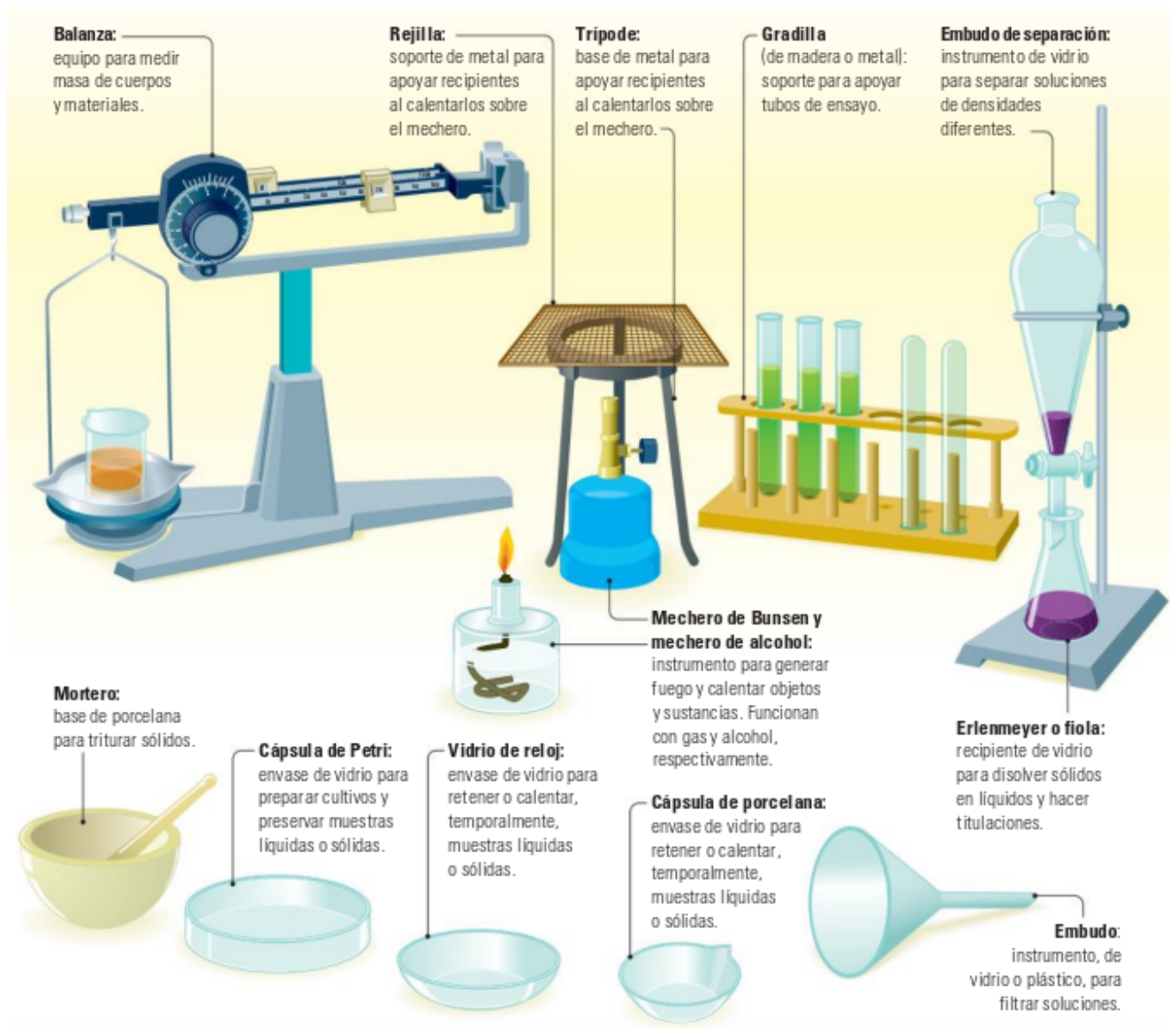
2.1.3. NORMAS DE UTILIZACIÓN DE LA BALANZA

- Antes de utilizar la balanza habrá que comprobar que está equilibrada y ajustada al cero.
- Al utilizar la balanza para pesar sólidos, se pondrá un vidrio de reloj o un papel de filtro sobre los platillos. Evidentemente, habrá que tener en cuenta su masa al hacer la pesada (tarar).
- Después de utilizar la balanza debe quedar puesta a cero y perfectamente limpia. Si los platillos se limpian con agua, deben secarse con papel de filtro.

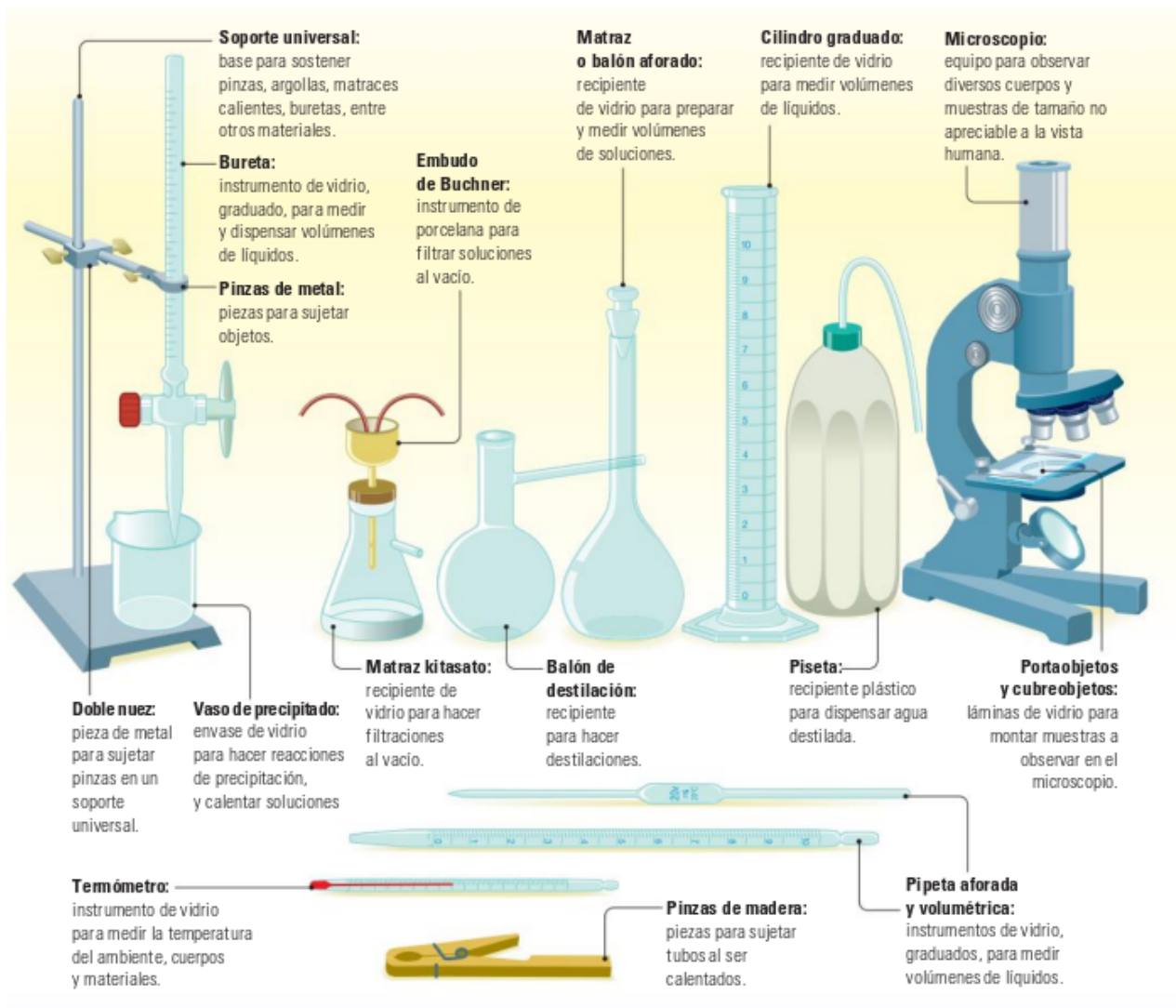
2.2. MATERIAL DE LABORATORIO

Muchos instrumentos de laboratorio están fabricados en un vidrio especial denominado **pyrex**. Este material borosilicatado los dota de una baja expansión térmica y gracias a su maleabilidad y ductibilidad, existe una gran variedad en cuanto a soluciones de laboratorio que nos permiten realizar cualquier montaje para realizar las prácticas y/o ensayos.

En las dos siguientes infografías podemos reconocer un amplio espectro del material que podemos encontrar en cualquier laboratorio de ciencias.



Infografía propiedad del grupo Santillana©



Infografía propiedad del grupo Santillana©

2.3. PRODUCTOS QUÍMICOS

2.3.1. NORMAS DE UTILIZACIÓN

- Al utilizar un compuesto, compruebe en la etiqueta que es el que se necesita y comprobar su peligrosidad.
- No se deben coger los productos químicos del almacén, solicítelos.
- No devolver nunca a los frascos de origen los sobrantes de los productos utili-

zados sin consultar con el profesor.

- Los productos químicos no deben entrar en contacto con la piel ni con la boca. Compruebe su toxicidad en la etiqueta.
- No pipetear con la boca disoluciones o líquidos peligrosos. En ese caso, pipetear con la jeringuilla de pipeta.
- El trabajo con ácidos tiene normas especiales; consulte antes de trabajar con ellos.
- Los productos inflamables no deben estar cerca de puntos calientes y mucho menos cerca de una llama. Se deben calentar en un baño de agua caliente preparado sobre un con hornillo eléctrico.
- Ante cualquier vertido sobre la piel o la ropa, lávese inmediatamente con mucha agua y avise al profesor.

2.3.2. TRATAMIENTO DE RESIDUOS

- Consulte antes de verter cualquier productos químicos de desecho por el desagüe.
- Los residuos líquidos que no sean contaminantes se verterán dejando correr abundante agua
- Los residuos líquidos contaminantes se verterán a los recipientes que hay en el laboratorio para tratarlos previamente y reducir su poder contaminante.
- Se evitará especialmente tirar por los desagües sólidos de pequeño tamaño. Todos los residuos sólidos y papeles deben depositarse en los bidones de basura.

2.3.3. SÍMBOLOS DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS



ATENCIÓN Puede significar toxicidad aguda, que es irritante para la respiración, la piel o los ojos, o que provoca mareos.



CORROSIVO Puede provocar quemaduras graves en la piel y daños oculares. También resulta corrosivo para los metales.



MUY NOCIVO Advierte de una sustancia cancerígena, que causa mutaciones o que puede llegar a ser mortal o muy dañina.



MORTAL Producto extremadamente tóxico y que en contacto con la piel o bien si se inhala o ingiere, puede ser letal.



PRESURIZADOS Gases bajo presión que pueden explotar cuando se calientan o refrigerados que son capaces de originar quemaduras criogénicas



INFLAMABLE Sustancias que pueden inflamarse en contacto con el aire o el agua o que pueden entrar en combustión si se calientan.



GASES y también sólidos o líquidos oxidativos que pueden causar o intensificar una explosión o incendio.



EXPLOSIVO Sustancias explosivas, autorreactivas y peróxidos orgánicos que pueden causar una explosión cuando se calientan.



TÓXICA para el medioambiente y los organismos acuáticos.

■ Riesgo para la salud

■ Explosivos, inflamables

■ Riesgo para el medioambiente

Infografía propiedad de la OCU©