

UNA MIRADA NUEVA A LA QUÍMICA EXPERIMENTAL DE BACHILLERATO



**Centellas / Corbella / Fernández / Fonrodona / Fusté
González / Granell / Nicolás / Paraira**

Facultat de Química



UNIVERSITAT DE BARCELONA



Generalitat de Catalunya
Departament d'Educació



COL·LEGI
OFICIAL
DE QUÍMICS
DE CATALUNYA



UNA MIRADA NUEVA A LA QUÍMICA EXPERIMENTAL DE BACHILLERATO

Facultat de Química



UNIVERSITAT DE BARCELONA



Generalitat de Catalunya
Departament d'Educació



UNA MIRADA NUEVA A LA QUÍMICA EXPERIMENTAL DE BACHILLERATO

Francesc A. Centellas Masuet
Universitat de Barcelona

Montserrat Corbella Cordoní
Universitat de Barcelona

Josep M. Fernández Novell
Col·legi de Químics de Catalunya

Gemma Fonrodona Baldajos
Universitat de Barcelona

Roser Fusté Bagén
Col·legi de Químics de Catalunya

Carme González Azón
Universitat de Barcelona

Jaume Granell Sanvicente
Universitat de Barcelona

Ernesto Nicolás Galindo
Universitat de Barcelona

Miquel Paraira Cardona
Col·legi de Químics de Catalunya

Barcelona, 2010

Publicacions i Edicions



UNIVERSITAT DE BARCELONA



Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona

Adolf Florensa, s/n
08025 Barcelona
Tel: 934035442
Fax: 934035446

Diseño de cubierta: Montserrat Corbella Cordoní y Ernesto Nicolás Galindo

Depósito Legal: B-16.539-2010

Impreso en España / Printed in Spain

Queda rigurosamente prohibida la reproducción total o parcial de esta obra. Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de cubierta, puede ser reproducida, almacenada, transmitida o utilizada por ningún tipo de medio o sistema, sea éste eléctrico, químico, magnético, óptico, de grabación o electrográfico, sin autorización previa por escrito del editor.

«Si te lo cuentan, lo olvidas.

Si lo ves, lo crees.

Si lo haces, lo comprendes.»

CONFUCIO

ÍNDICE

Prólogo	I
Presentación	III
Seguridad y residuos	1
Material de laboratorio	11
Las balanzas y la medida de la masa	14
0. Precisión, exactitud y error de las medidas experimentales	18
1. Separación de los componentes de una mezcla	26
2. Reacciones químicas a pequeña escala	35
3. Determinación de la estequiometría de los compuestos químicos	46
4. Determinación del cambio de entalpía de una reacción química	61
5. Determinación de las entalpías de disolución de sólidos iónicos	70
6. Comprobación de la ley de Hess	78
7. La velocidad de las reacciones químicas	85
8. Determinación del ácido láctico en la leche en polvo	95
9. Las pilas electroquímicas	104
10. Determinación de la constante de Faraday	114
Anexo	121

PRÓLOGO

En esta publicación se presenta la versión en castellano del libro *Una nova mirada a la Química Experimental de Batxillerat*. En esta obra, surgida de la iniciativa y de la colaboración entre profesores de química de la Universitat de Barcelona y de bachillerato, miembros estos últimos del Col·legi de Químics de Catalunya, se pone a disposición de los profesores de bachillerato una herramienta útil para mejorar la formación de los estudiantes en el ámbito de la química experimental.

En el libro, se proponen once prácticas de laboratorio que comprenden distintos aspectos presentes en los programas de química del bachillerato. Los experimentos se han pensado y diseñado de modo que, sin renunciar al rigor científico, resulten amenos y fácilmente comprensibles para los estudiantes. Cada práctica va precedida de una introducción en la que se repasan los contenidos a los que hace referencia el experimento y acaba con una serie de cuestiones pensadas para que los estudiantes puedan consolidar sus conocimientos sobre el tema y las habilidades adquiridas en el laboratorio. A lo largo de los contenidos del texto, se ha procurado destacar también el interés y la utilidad de los distintos procedimientos experimentales realizados, las aplicaciones y los usos de los reactivos o de los productos obtenidos y la relación de los mismos con la vida cotidiana.

Las prácticas propuestas son razonablemente sostenibles y en todas ellas se ha procurado que el volumen de residuos generados sea mínimo, o, en su caso, se han planteado procedimientos para poder reutilizar o recuperar los productos obtenidos a lo largo de los experimentos. Por otra parte, se ha hecho especial hincapié en las normas de seguridad personal y ambiental que el alumno debe seguir en todo momento en el laboratorio. El objetivo subyacente de todo ello es hacer llegar a los estudiantes el mensaje de que el saber químico, cuando se hacen bien las cosas, no solamente no contamina sino que, bien al contrario, resulta indispensable para que nuestra sociedad pueda desarrollarse sin hipotecar los recursos de las generaciones venideras.

En el contexto citado, la versión castellana de *Una nova mirada a la Química Experimental de Batxillerat* se ha presentado en formato electrónico de libre distribución con el fin de que, pudiendo alcanzar la máxima difusión de sus contenidos, contribuya a su vez a la sostenibilidad del sistema.

Los autores quieren agradecer a la Facultat de Química de la Universitat de Barcelona, el Col·legi de Químics de Catalunya y el Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya la ayuda ofrecida para llevar a cabo la presente publicación.

Los autores

PRESENTACIÓN

La Química es una ciencia basada en la experimentación que nace y se desarrolla en los laboratorios de todo el mundo. Científicos de la valía de Lavoisier, Dalton, Faraday, Arrhenius y Le Chatelier, entre otros, realizaron el trabajo creativo inicial de esta ciencia, dejando atrás el mundo empírico de la Alquimia. A pesar de tener unas raíces muy antiguas continúa siendo actualmente un área muy activa de investigación por su aportación a la sociedad.

El trabajo de laboratorio es fundamental en el estudio y el aprendizaje de la Química y necesita tiempo y esfuerzo. A menudo, en el bachillerato, no se dispone de demasiado tiempo para dedicarlo a este trabajo, ni de los recursos más adecuados para realizarlo. En este sentido se plantea un libro con unas prácticas atractivas y formativas, presentadas de forma rigurosa e innovadora, que se espera sean útiles para la enseñanza práctica de la Química. El libro recoge once prácticas de amplio espectro que no requieren de un instrumental muy sofisticado y trata aspectos tan importantes en el trabajo de laboratorio como son la seguridad, la gestión de residuos, la precisión y exactitud en las medidas experimentales y también aspectos de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS).

Creemos que la colaboración entre la Facultat de Química de la Universitat de Barcelona y el Col·legi de Químics de Catalunya ha sido muy provechosa en la realización de este libro. Esperamos que en el futuro sea el germen de nuevas colaboraciones que ayuden a mejorar el aprendizaje de la Química de Bachillerato de nuestro país, por el bien de nuestros alumnos y del conjunto de la sociedad.

Pere L. Cabot Julià
Degà de la Facultat de Química
Universitat de Barcelona

José Costa López
Degà del Col·legi de Químics
de Catalunya

SEGURIDAD Y RESIDUOS

LA SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

Toda actividad humana supone siempre un peligro, y el trabajo en un laboratorio químico dedicado a la docencia, vista la falta de experiencia del estudiante, supone un riesgo adicional.

Para evitar accidentes, es necesario que el estudiante conozca e identifique las fuentes de peligro y, además, sepa cuál tiene que ser su actuación en caso de que se produzca un accidente en el laboratorio.

Normativa de seguridad

Hay una normativa muy extensa referente a la prevención de accidentes en el laboratorio, así como sobre las diversas actuaciones que hay que llevar a cabo para conseguir una prevención eficaz. A continuación destacamos los puntos más importantes de esta normativa:

- a) Está prohibido comer, beber o fumar en el laboratorio.
- b) No trabajar nunca a solas en el laboratorio ni hacer experimentos no autorizados.
- c) Es obligatorio llevar puestas gafas de seguridad y bata de laboratorio.
- d) No utilizar nunca ningún producto químico fuera de los estipulados ni modificar las condiciones de los experimentos sin el consentimiento del profesorado.
- e) No tocar nunca los productos químicos con las manos. Si de manera accidental se entra en contacto con algún producto hay que lavar rápidamente la zona afectada con mucha agua.
- f) Comunicar inmediatamente al profesorado cualquier incidencia o accidente que se produzca en el laboratorio.

g) Antes de utilizar un reactivo químico, leer con atención la información sobre su peligrosidad que se encuentra en la etiqueta del envase (o en el texto de la práctica).

Los elementos de seguridad

Los elementos de seguridad son de dos tipos: personales y colectivos. Los primeros hacen referencia a la protección individual, y pueden ser de uso obligatorio (bata y gafas de seguridad), u opcionales en función de las necesidades de la práctica (mascarillas o guantes). La responsabilidad de los elementos de seguridad colectivos depende del centro o de la institución de trabajo.

Los principales elementos de seguridad de un laboratorio químico son:

- * Con respecto al riesgo de incendio: extintor y manta apagafuegos.
- * Con respecto al derrame o salpicaduras de productos: ducha de emergencia y lavaojos.

A continuación se presentan los símbolos que se utilizan para señalar la ubicación de los elementos de seguridad colectivos en el laboratorio.



Los símbolos o pictogramas de peligrosidad

Antes de utilizar cualquier producto químico se deben mirar los pictogramas de seguridad que muestra la etiqueta del frasco, la botella o el recipiente que lo contiene con el fin de poder adoptar las medidas preventivas oportunas.

Símbolo	Interpretación
 Comburente Oxidising Comburant O	Peligro: Sustancias que pueden hacer entrar en combustión a cualquier combustible y favorecer los incendios declarados dificultando su extinción. Precaución: Evitar el contacto con las sustancias combustibles.
 Corrosivo Corrosive Corrosif C	Peligro: Sustancias que por contacto destruyen el tejido vivo y otros materiales. Precaución: No inhalar sus vapores y evitar el contacto con la piel, ojos y ropa.
 Explosivo Explosive Explosible E	Peligro: Sustancias que en determinadas condiciones pueden explotar. Precaución: Evitar impactos, percusión, fricción, chispas y calor.
 Extremadamente inflamable Extremely flammable Extrêmement inflammable F+	Peligro: Sustancias muy inflamables, ya sea espontáneamente o al entrar en contacto con el aire o el agua. Precaución: Aislar de fuentes de calor, llamas o chispas.

 Inflamable Flammable Inflammable F	Peligro: Sustancias inflamables o volátiles. Precaución: Aislar de fuentes de calor, llamas o chispas.
 Irritante Irritant Irritant Xi	Peligro: Sustancias que producen irritación en la piel, ojos y sistema respiratorio. Precaución: No inhalar sus vapores y evitar el contacto con la piel.
 Peligroso para el Medio Ambiente N	Peligro: Sustancias que afectan de forma negativa al medio ambiente. Precaución: Evitar su eliminación de forma incontrolada.
 Tóxico Toxic Toxique T	Peligro: Sustancias que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden representar riesgos para la salud. Precaución: Evitar cualquier contacto con el cuerpo.
 Muy Tóxico Very Toxic Très Toxique T+	Peligro: Sustancias que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden representar riesgos graves para la salud. Precaución: Evitar cualquier contacto con el cuerpo y en caso de malestar contactar inmediatamente con el médico.
 Nocivo Harmful Nocif Xn	Peligro: Sustancias que producen efectos nocivos de poca importancia. Precaución: Evitar el contacto y la inhalación de sus vapores.

Nuevos pictogramas de seguridad

Recientemente se ha elaborado una nueva herramienta de alcance internacional que va a permitir establecer un mayor control en la comunicación de los peligros asociados a los productos químicos: «El Sistema Mundialmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS)».

En el contexto de esta normativa los nuevos pictogramas de seguridad son:

 Corrosivo	 Peligroso para el medio ambiente	 Gas a presión
 Inflamable	 Explosivo	 Comburente
 Sensibilizador o irritante	 Tóxico	 Peligro

En las etiquetas de los productos químicos deberá constar el grado de toxicidad, expresado mediante el valor de la dosis letal tras la exposición al tóxico, DL_{50} . A modo de ejemplo se muestran las etiquetas correspondientes, clasificadas por categorías, según el valor de la toxicidad aguda por ingestión:

GHS	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4	Categoría 5
Símbolo de comunicación de peligro					Sin símbolo
Palabra de advertencia	Peligro	Peligro	Peligro	Atención	Atención
Indicación de peligro	Mortal en caso de ingestión	Mortal en caso de ingestión	Tóxico en caso de ingestión	Nocivo en caso de ingestión	Puede ser nocivo en caso de ingestión
DL ₅₀ mg/kg	5	50	300	2000	5000

Fichas de seguridad

Cualquier producto químico debe disponer de su preceptiva ficha de seguridad. Las fichas de seguridad contienen toda la información conocida sobre la peligrosidad de los productos químicos.

Las fichas de seguridad contienen una información muy importante, complementaria a la de la etiqueta, y constituyen una herramienta de trabajo muy útil, especialmente en el campo de la prevención de riesgos laborales.

Las fichas de seguridad deben ser suministradas por el proveedor de los productos químicos, y también se pueden obtener de las bases de datos existentes en las casas comerciales o en las organizaciones institucionales.

Desde el punto de vista de la prevención, los objetivos de las fichas de seguridad son:

1. Proporcionar datos que permitan identificar el producto y al responsable de su comercialización, así como un número de teléfono para poder efectuar consultas de emergencia.
2. Informar sobre los riesgos y peligros del producto con respecto a: la inflamabilidad, la estabilidad y la reactividad, la toxicidad, las posibles lesiones o los daños por inhalación, ingestión o contacto dérmico, los primeros auxilios y la ecotoxicidad.
3. Informar a los usuarios del producto respecto a sus características, su correcta utilización (manipulación, almacenaje, eliminación, etc.), los

controles de exposición y los medios de protección (individuales y colectivos) que hay que utilizar en caso de que el control no sea del todo eficaz. En casos de emergencia, las fichas de seguridad tienen que indicar también el procedimiento de actuación que se debe seguir, el tipo de extintor más adecuado para sofocar un posible incendio y la forma de controlar y neutralizar el producto en caso de derrame.

LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN EL LABORATORIO

Es imprescindible que las actividades humanas sean respetuosas con el medio ambiente y por este motivo cualquier empresa química o centro de docencia de esta ciencia debería disponer de un sistema de gestión de residuos que permitiera separarlos y tratarlos adecuadamente.

Las prácticas de laboratorio propuestas en este libro se han diseñado con vistas a la consecución de este objetivo: recuperando los productos cuando sea posible o, en caso de que esta recuperación no se pueda hacer con el utillaje disponible actualmente en los laboratorios de los centros de secundaria, llevando a cabo experimentos a muy pequeña escala.

Los residuos de laboratorio pueden dividirse en dos grandes grupos:

- a) Residuos de material fungible, entre los cuales se encuentran, principalmente, los frascos vacíos y el material de vidrio roto.
- b) Residuos químicos, que pueden ser los restos de reactivos no utilizados durante una operación (que en ningún caso deben ser devueltos al envase original para no contaminar el contenido), los reactivos caducados o los productos intermedios o finales no deseados.

Residuos de material fungible

Para los residuos de material fungible es conveniente que el laboratorio disponga de los siguientes contenedores:

- contenedor para material de vidrio limpio (roto pero no contaminado con productos químicos)
- contenedor para material de vidrio contaminado con productos químicos (material no punzante)
- contenedor para material punzante contaminado con productos químicos (capilares de vidrio, pipetas Pasteur, etc.)
- contenedor para papel no contaminado con productos químicos (hojas de libreta, etc.)
- contenedor para papel contaminado con productos químicos (papeles de filtro, etc.)
- contenedor para material de plástico

Residuos químicos

Como principio básico, los residuos químicos generados en el laboratorio no se tienen que eliminar por el desagüe, especialmente cuando se trate de sustancias que reaccionan violentamente con el agua, como los metales alcalinos, las sustancias tóxicas, las corrosivas, las cancerígenas o mutagénicas, y las no biodegradables y peligrosas para el medio ambiente.

Algunos residuos químicos peligrosos pueden ser destruidos en el mismo laboratorio. El tratamiento en el laboratorio reduce o elimina las características que hacen de un residuo químico un residuo peligroso. Los otros residuos tienen que ser temporalmente almacenados y posteriormente gestionados por alguna empresa autorizada.

Si los residuos de los productos químicos no se recogen y almacenan de manera selectiva, existe el riesgo de que reaccionen entre sí. Por esta razón, en la zona del laboratorio destinada a este fin, tiene que haber suficientes contenedores, convenientemente etiquetados, para poder disponer de manera segura de los residuos que se generan.

Cada laboratorio, en función de su actividad específica, deberá disponer de los contenedores de residuos que más se adecuen a sus necesidades. Los más habituales son los que se relacionan a continuación:

a) Contenedores para compuestos inorgánicos

Metales pesados

Compuestos inorgánicos de otros metales

Compuestos inorgánicos no metálicos

b) Contenedores para ácidos inorgánicos

Ácidos concentrados

Mezclas preparadas de ácidos

Soluciones ácidas de metales pesados

Ácidos diluidos

c) Contenedores para bases inorgánicas

Óxidos e hidróxidos

Compuestos amoniacales

d) Contenedores para compuestos orgánicos halogenados

Disolventes clorados

Disolventes bromados, yodados y fluorados

Sólidos orgánicos halogenados

Ácidos orgánicos halogenados

e) Contenedores para compuestos orgánicos no halogenados

Disolventes no halogenados

Sólidos orgánicos no halogenados

Ácidos orgánicos no halogenados

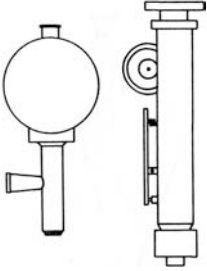
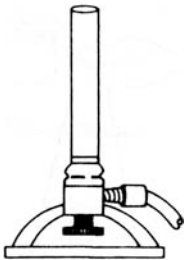
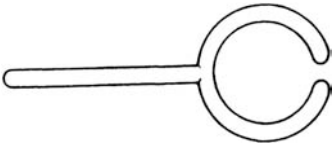
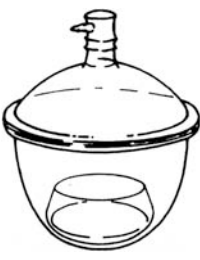
f) Contenedores para residuos con características especiales (por ejemplo: sustancias muy tóxicas, altamente reactivas o sustancias no identificadas).

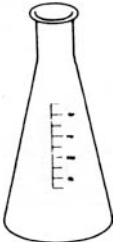
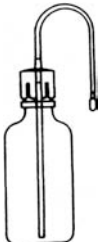
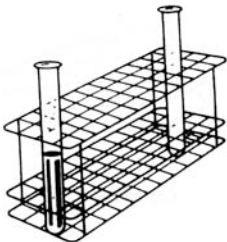
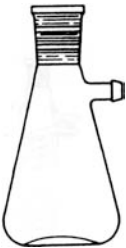
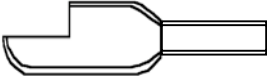
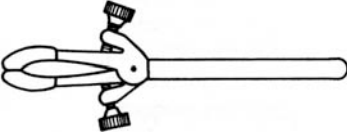
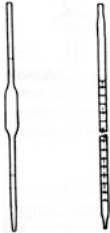
LA NUEVA LEGISLACIÓN EUROPEA DE PRODUCTOS QUÍMICOS-REACH

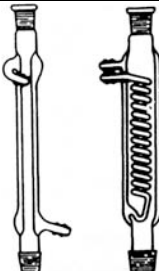
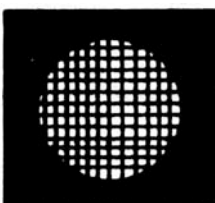
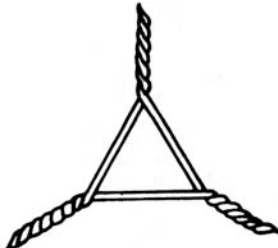
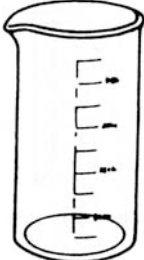
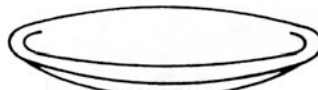
Desde el 1 de junio de 2007 está en vigor la normativa REACH (*Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical Substances*).

Esta normativa, que tiene por objeto mejorar la salud y el medio ambiente, da más responsabilidad a las empresas para gestionar los riesgos que conlleva la utilización de productos químicos. Las empresas tienen que facilitar la información que permita manipular con seguridad los productos químicos elaborados, minimizando los riesgos sobre la salud y el medio ambiente. Esta información se incorpora a una base de datos centralizada en Helsinki, en la agencia ECHA (European Chemicals Agency).

MATERIAL DE LABORATORIO

 Aspirador para pipetas	 Mechero Bunsen	 Bureta
 Cabezal de destilación	 Cápsula de porcelana	 Cápsula de Petri
 Círculo	 Clips de sujeción	 Colector acodado
 Columna de Vigreux	 Cristalizador	 Desecador de vacío

		
Embudo de Büchner	Embudo de decantación	Embudo de forma alemana
		
Erlenmeyer	Frasco lavador	Gradilla para tubos de ensayo
		
Crisol completo	Kitasato	Embudo de pesar
		
Matraz de fondo redondo	Mortero con mano	Nuez doble
		
Pesasustancias	Pinza	Pipetas

		
Probeta	Refrigerantes	Rejilla
		
Soporte	Termómetro con adaptador	Triángulo refractario
		
Tubo de ensayo	Vaso de precipitados	Vidrio de reloj

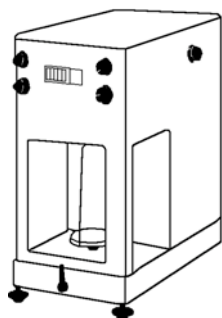
CUESTIONES

Indicar el material de laboratorio que se debería utilizar:

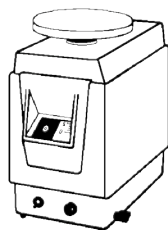
- Para filtrar (material de filtración)
- Para medir volúmenes de forma precisa (material volumétrico)
- Para pesar
- Para destilar

LAS BALANZAS Y LA MEDIDA DE LA MASA

La balanza, según la definición que encontramos en el diccionario, es un instrumento que permite medir la masa de un cuerpo u objeto por comparación con la de otro de masa definida, mediante la igualación o la determinación de la relación entre sus pesos en un campo gravitatorio cualquiera.



En el laboratorio, se pueden usar dos tipos de balanzas en función de la precisión que se pretenda conseguir en la determinación de la masa.



Para determinar la masa con mucha precisión se utiliza la denominada **balanza analítica**. Este tipo de balanza admite una carga de 50 a 200 g y mide la masa con una precisión del orden de 0,1 a 0,05 mg. Se usa para determinar la masa de las muestras, de los patrones, para el tarado de los crisoles y de las placas filtrantes. También se utiliza en análisis gravimétrico, procedimiento por el que se determina el contenido de un analito a partir de la masa de una sustancia relacionada estequiométricamente con él.

En aquellos casos en los que la determinación de la masa no requiera tanta precisión, como es el caso de reactivos auxiliares, indicadores y sustancias que se han de estandarizar posteriormente, se usa la **balanza granataria**. Este tipo de balanza admite una carga de 2 a 3 kg y mide la masa con una precisión del orden de 0,1 a 0,001 g (100 mg a 1 mg).

Hay que tener un cuidado especial a la hora de escoger el tipo de balanza que se debe utilizar en cada caso. Otro aspecto importante que se debe tener en cuenta es la selección del recipiente que se utilizará para realizar la pesada, aspecto que está relacionado con el procedimiento que se debe seguir.

Si la pesada se realiza con una balanza analítica se puede pesar:

— **por diferencia** usando un pesasustancias

— o **por adición** usando un embudo de pesar.

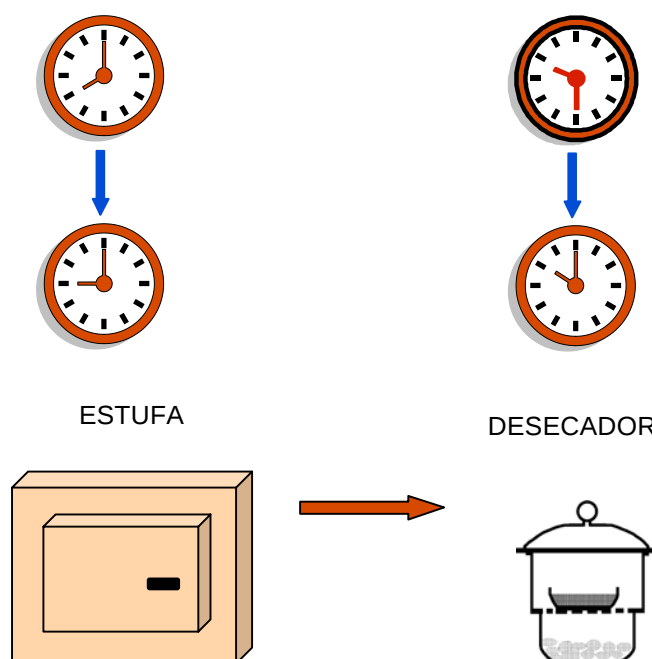
Si la pesada se hace en una balanza granataria, se puede realizar también por uno de estos dos procedimientos, por diferencia o por adición, pero en este caso el material usado es diferente:

— si no se ha de trasvasar el producto pesado, se puede utilizar un erlenmeyer,

— y si se ha de trasvasar el producto pesado, se deberá utilizar un vaso de precipitados.

Métodos de pesada

Cuando se trata de análisis de muestras sólidas, los resultados obtenidos se suelen referir a la muestra seca; por lo tanto, previamente, será preciso eliminar la humedad de la muestra que haya que pesar. Normalmente las muestras se desecan calentándolas en la estufa a 105-110 °C. Cuando se pese la sustancia desecada, hay que tener presente que la muestra debe estar a temperatura ambiente, ya que de no ser así la medida fluctuará y no se podrá alcanzar una masa estable. Por tanto, la muestra se debe dejar enfriar unos 45 min dentro de un desecador (los primeros 5-10 min con la tapa del desecador parcialmente abierta).



Como ya se ha indicado anteriormente, hay dos formas de realizar una pesada: por adición y por diferencia.

Pesada por adición

En este caso, se puede usar un embudo de pesar o bien un recipiente, pequeño o grande en función de la cantidad que se quiere pesar, que disponga de un elemento que favorezca el trasvase del material pesado, de un recipiente a otro.

Se dispone el recipiente (por ejemplo, el embudo de pesar) sobre el platillo de la balanza, se presiona el botón de autocero (o tara), con lo cual la pantalla indicará 0 g. A continuación se añade, con una espátula, la cantidad de producto deseada. Si la balanza no dispone de autocero (o tara), se pesa el recipiente vacío y a este valor se le añade la masa de sustancia que se desea pesar. En primer lugar se mide la masa del recipiente vacío, se aprieta el botón de tara, con lo cual la pantalla indicará 0 g, o bien se calcula la masa final que deberemos pesar (que corresponde a la masa del recipiente vacío más la masa de la sustancia que se quiere pesar). Después se añade con una espátula la cantidad de producto necesaria para alcanzar la masa calculada. Finalmente se vierte la sustancia pesada desde el embudo de pesar al recipiente donde se realizará la disolución de la misma (erlenmeyer, vaso de precipitados o bien matraz aforado, en este caso ayudándonos de un embudo de forma alemana).

Pesada por diferencia

Para realizar una pesada por diferencia, se mide la masa del pesasustancias con exceso de la muestra que se quiere pesar (pesasustancias + muestra en exceso), si es necesario previamente desecada, y se anota este valor con todas las cifras decimales que muestra la balanza. A continuación se extrae con una espátula (limpia y seca) una cierta cantidad de muestra y se coloca en el recipiente donde debe disolverse (erlenmeyer, vaso de precipitados o matraz aforado). Acto seguido se vuelve a medir la masa del pesasustancias, que todavía contiene parte de la muestra, y se anota el nuevo valor con todas las cifras decimales que muestra la balanza. La diferencia entre las dos

mediciones corresponde a la masa de sustancia que se ha extraído. Para recoger el producto que ha quedado adherido a la espátula, ésta debe lavarse con el disolvente adecuado (generalmente agua desionizada) y se recoge el líquido en el recipiente donde se realizará la disolución. Hay que tener la precaución de no tocar el pesasustancias con los dedos, ya que puede dejar pequeñas cantidades de grasa, problema que afectaría a las pesadas sucesivas. Para evitarlo, se puede coger el pesasustancias con unas pinzas o con un trozo de papel.

Habitualmente las muestras líquidas se pesan por diferencia. Se tara un recipiente adecuado que contenga la muestra, juntamente con un cuentagotas, después se extrae una cierta cantidad de líquido con el cuentagotas y se vuelve a medir la masa del conjunto. La diferencia es la masa de muestra extraída.

Cuando se realiza un análisis, generalmente las **pesadas de muestras o patrones** se hacen, como mínimo, por triplicado (tres pesadas independientes).