

FP SANIDAD

G.S. LABORATORIO CLÍNICO Y BIOMÉDICO | G.S. ANATOMÍA PATOLÓGICA Y CITODIAGNÓSTICO

# TÉCNICAS GENERALES DE LABORATORIO

**María Soledad Aguilar Segura**

Segunda edición

Complementos digitales



  
EDITORIAL  
SÍNTESIS

# Técnicas generales de laboratorio

María Soledad Aguilar Segura

(segunda edición)



© María Soledad Aguilar Segura

© EDITORIAL SÍNTESIS, S. A.  
Vallehermoso, 34. 28015 Madrid  
Teléfono 91 593 20 98  
[www.sintesis.com](http://www.sintesis.com)

ISBN: 978-84-1357-451-6  
Depósito Legal: M-19.317-2025

Impreso en España - Printed in Spain

Reservados todos los derechos. Está prohibido, bajo las sanciones penales y el resarcimiento civil previstos en las leyes, reproducir, registrar o transmitir esta publicación, íntegra o parcialmente, por cualquier sistema de recuperación y por cualquier medio, sea mecánico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o por cualquier otro, sin la autorización previa por escrito de Editorial Síntesis, S. A.

# ÍNDICE

Prólogo .....	12
<b>1. Materiales y productos del laboratorio</b> .....	<b>RA1</b>
Resultado de aprendizaje y criterios de evaluación .....	14
Objetivos de Desarrollo Sostenible .....	14
Mapa conceptual .....	15
Glosario .....	16
Punto de partida .....	16
1.1. Introducción .....	17
1.2. Material del laboratorio .....	17
1.2.1. Material fungible .....	18
1.2.2. Material inventariable básico .....	35
1.2.3. Materiales específicos de los diferentes laboratorios .....	50
1.3. Productos del laboratorio .....	55
1.3.1. Reactivos .....	56
1.3.2. Kits de reactivos .....	60
1.3.3. Agua de laboratorio .....	60
Ideas clave .....	64
Aplica lo aprendido .....	65
Solución del punto de partida .....	66
Práctica profesional .....	67
Ponte a prueba .....	68

## 2. Operaciones básicas en el laboratorio

RA1

Resultado de aprendizaje y criterios de evaluación .....	70
Objetivos de Desarrollo Sostenible .....	70
Mapa conceptual .....	71
Glosario .....	72
Punto de partida .....	72
2.1. Introducción .....	73
2.2. Medida de masas y balanzas .....	73
2.3. Medidas de volumen. El material volumétrico .....	81
2.3.1. Instrumentos volumétricos de vidrio o plástico .....	82
2.3.2. Dispensadores de volumen .....	95
2.3.3. Pipetas automáticas o micropipetas .....	96
2.4. Limpieza del material de laboratorio .....	107
2.4.1. Los detergentes para la limpieza del material de laboratorio .....	108
2.4.2. Limpieza manual .....	109
2.4.3. Limpieza a máquina .....	111
2.4.4. Limpieza con baño de ultrasonidos .....	112
2.4.5. Secado del material del laboratorio .....	113
2.5. Limpieza de los equipos del laboratorio .....	114
2.6. Desinfección y esterilización .....	114
2.6.1. Desinfección .....	114
2.6.2. Esterilización o asepsia .....	117
2.7. Procedimientos normalizados de trabajo .....	122
2.8. Uso eficiente de los recursos .....	124
Ideas clave .....	126
Aplica lo aprendido .....	127
Solución del punto de partida .....	128
Práctica profesional .....	129
Ponte a prueba .....	130

## 3. Seguridad en el laboratorio

RA2

Resultado de aprendizaje y criterios de evaluación .....	132
Objetivos de Desarrollo Sostenible .....	132
Mapa conceptual .....	133
Glosario .....	134
Punto de partida .....	134

3.1. Introducción .....	135
3.2. Manual de seguridad del laboratorio .....	135
3.3. Tipos de riesgos en el laboratorio y medidas de prevención .....	136
3.3.1. Riesgos físicos: medidas de prevención y tratamiento .....	137
3.3.2. Riesgos químicos .....	145
3.3.3. Riesgos biológicos .....	159
3.4. Plan de emergencias y actuaciones en caso de accidentes .....	165
3.4.1. Plan de emergencias ante un accidente con productos químicos .....	166
3.4.2. Plan de emergencias ante la contaminación con un agente cancerígeno .....	167
3.4.3. Plan de emergencias ante la contaminación biológica .....	168
3.5. Manejo o tratamiento de los residuos generados en el laboratorio .....	169
3.5.1. Clasificación y gestión de los residuos del laboratorio .....	169
3.5.2. Categorías de residuos biosanitarios y forma de eliminación. Normativa vigente .....	172
Ideas clave .....	178
Aplica lo aprendido .....	179
Solución del punto de partida .....	180
Práctica profesional .....	181
Ponte a prueba .....	182

## 4. Disoluciones y diluciones

RA3

Resultado de aprendizaje y criterios de evaluación .....	184
Objetivos de Desarrollo Sostenible .....	184
Mapa conceptual .....	185
Glosario .....	186
Punto de partida .....	186
4.1. Introducción .....	187
4.2. Materia .....	187
4.3. Clasificación de los sistemas materiales .....	188
4.3.1. Sustancias puras .....	188
4.3.2. Mezclas o sistemas .....	189
4.4. Disoluciones .....	192
4.4.1. Componentes de las disoluciones .....	193
4.4.2. Solubilidad .....	194
4.4.3. Tipos de disoluciones en función de su concentración relativa de soluto y disolvente .....	194
4.4.4. Propiedades coligativas de las disoluciones .....	195

4.4.5. Cálculo de cantidades y concentraciones de reactivos en una reacción química aplicando las leyes químicas .....	197
4.4.6. Tipos de reacciones en función de los cambios en la estructura de los reactivos .....	204
4.4.7. Modos de expresar la concentración de una disolución .....	205
4.4.8. Preparación de soluciones y disoluciones .....	217
<b>4.5. Diluciones</b> .....	220
4.5.1. Cálculos de diluciones .....	221
4.5.2. Diluciones seriadas .....	225
<b>Ideas clave</b> .....	232
<b>Aplica lo aprendido</b> .....	233
<b>Solución del punto de partida</b> .....	234
<b>Práctica profesional</b> .....	235
<b>Ponte a prueba</b> .....	236

## 5. Técnicas de separación de sustancias

**RA4**

Resultado de aprendizaje y criterios de evaluación .....	238
Objetivos de Desarrollo Sostenible .....	238
Mapa conceptual .....	239
Glosario .....	240
Punto de partida .....	240
5.1. Introducción .....	241
5.2. Criterio de elección del sistema de separación de sustancias .....	241
5.3. Filtración .....	241
5.3.1. Filtros .....	242
5.3.2. Métodos de filtración en el laboratorio .....	244
5.4. Extracción .....	247
5.5. Decantación .....	247
5.6. Centrifugación .....	247
5.6.1. Fundamento físico de la centrifugación .....	248
5.6.2. Componentes de las centrífugas .....	249
5.6.3. Tipos de centrífugas .....	254
5.6.4. Tipos de centrifugación .....	257
5.6.5. Aplicaciones de la centrifugación .....	259
5.6.6. Recomendaciones para el manejo seguro de las centrífugas .....	260
5.6.7. Control y mantenimiento de las centrífugas .....	261
5.7. Electroforesis .....	262

5.7.1. Componentes del equipo de electroforesis .....	263
5.7.2. Factores que afectan al proceso de electroforesis .....	268
5.7.3. Etapas del proceso electroforético .....	271
<b>5.8. Tipos de electroforesis .....</b>	<b>274</b>
5.8.1. Electroforesis en gel de agarosa .....	275
5.8.2. Electroforesis en gel de poliacrilamida .....	279
5.8.3. Isoelectroenfoque .....	281
5.8.4. Inmunolectroforesis .....	282
5.8.5. Electroforesis capilar .....	282
<b>Ideas clave .....</b>	<b>286</b>
<b>Aplica lo aprendido .....</b>	<b>287</b>
<b>Solución del punto de partida .....</b>	<b>288</b>
<b>Práctica profesional .....</b>	<b>289</b>
<b>Ponte a prueba .....</b>	<b>290</b>

## **6. Técnicas electroquímicas. El pH-metro y sus componentes**

**RA3**

<b>Resultado de aprendizaje y criterios de evaluación .....</b>	<b>292</b>
<b>Objetivos de Desarrollo Sostenible .....</b>	<b>292</b>
<b>Mapa conceptual .....</b>	<b>293</b>
<b>Glosario .....</b>	<b>294</b>
<b>Punto de partida .....</b>	<b>294</b>
<b>6.1. Introducción .....</b>	<b>295</b>
<b>6.2. Disoluciones electrolíticas .....</b>	<b>295</b>
<b>6.3. Acidez y basicidad de las disoluciones .....</b>	<b>296</b>
6.3.1. Definición de ácidos y bases .....	296
6.3.2. Sustancias anfóteras .....	298
6.3.3. Fuerza de los ácidos y de las bases .....	299
6.3.4. Grado de disociación .....	301
6.3.5. Disociación de ácidos polipróticos .....	303
6.3.6. Concepto de pH .....	304
6.3.7. Soluciones indicadoras .....	308
6.3.8. Valoraciones ácido-base .....	310
6.3.9. Soluciones amortiguadoras .....	314
<b>6.4. Técnicas electroquímicas .....</b>	<b>317</b>
6.4.1. Bases de la electroquímica .....	318
6.4.2. Célula galvánica .....	320
6.4.3. Electrodo de referencia .....	325

6.4.4. Electrodo indicadores .....	327
<b>6.5. Determinación del pH. El pH-metro y sus componentes .....</b>	<b>331</b>
6.5.1. Componentes del pH-metro .....	331
6.5.2. Calibración .....	333
6.5.3. Manejo del pH-metro .....	333
6.5.4. Mantenimiento y limpieza del pH-metro .....	334
<b>6.6. Medida de concentraciones iónicas .....</b>	<b>336</b>
<b>6.7. Medida de la presión parcial de CO<sub>2</sub> y de O<sub>2</sub> .....</b>	<b>337</b>
Ideas clave .....	338
Aplica lo aprendido .....	339
Solución del punto de partida .....	340
Práctica profesional .....	341
Ponte a prueba .....	342

## **7. Técnicas de microscopia y digitalización de imágenes**

**RA6**

Resultado de aprendizaje y criterios de evaluación .....	344
Objetivos de Desarrollo Sostenible .....	344
Mapa conceptual .....	345
Glosario .....	346
Punto de partida .....	346
<b>7.1. Introducción .....</b>	<b>347</b>
<b>7.2. Conceptos básicos de la óptica .....</b>	<b>347</b>
7.2.1. Características de la luz .....	347
7.2.2. Interacción de la luz con la materia .....	349
7.2.3. Lentes .....	351
<b>7.3. Microscopios. Conceptos generales .....</b>	<b>355</b>
<b>7.4. Componentes de los microscopios ópticos .....</b>	<b>355</b>
7.4.1. Sistema mecánico .....	356
7.4.2. Sistema óptico .....	358
7.4.3. Sistema de iluminación .....	361
7.4.4. Accesorios .....	362
7.4.5. Mantenimiento y precauciones con los microscopios ópticos .....	362
<b>7.5. Otros sistemas de microscopia óptica .....</b>	<b>363</b>
7.5.1. Microscopio invertido .....	364
7.5.2. Microscopia de contraste de fases .....	364
7.5.3. Microscopia de polarización .....	365
7.5.4. Microscopia de fluorescencia .....	366

7.5.5. Microscopio láser confocal .....	368
7.5.6. Microscopio de fluorescencia de excitación con dos fotones. ....	369
<b>7.6. Microscopía electrónica</b> .....	369
7.6.1. Componentes básicos de un microscopio electrónico .....	369
7.6.2. Tipos de microscopios electrónicos .....	370
7.6.3. Microscopio de sonda de barrido .....	374
<b>7.7. Imagen digital</b> .....	376
7.7.1. Características de una imagen digital .....	377
7.7.2. Formatos de imagen y vídeo .....	379
7.7.3. Microscopía digital o virtual .....	380
<b>7.8. Captación, procesado, archivo y transferencia de las imágenes</b> .....	380
7.8.1. Sistemas de captación de imágenes digitales .....	380
7.8.2. Visualización de preparaciones digitales .....	382
7.8.3. Procesado de la imagen digital para mejorar su calidad .....	383
7.8.4. Archivo de las preparaciones digitales .....	383
7.8.5. Compresión de los archivos digitales .....	383
7.8.6. Transferencia de imágenes. Telemedicina .....	384
7.8.7. Gestión de imágenes digitales .....	384
7.8.8. Norma de calidad y confidencialidad para la transferencia de datos asociados a las imágenes .....	385
<b>Ideas clave</b> .....	386
<b>Aplica lo aprendido</b> .....	387
<b>Solución del punto de partida</b> .....	388
<b>Práctica profesional</b> .....	389
<b>Ponte a prueba</b> .....	390

## **8. Valoración técnica. Gestión de la calidad en el laboratorio**

**RA5 y RA7**

Resultado de aprendizaje y criterios de evaluación .....	392
Objetivos de Desarrollo Sostenible .....	392
Mapa conceptual .....	393
Glosario .....	394
Punto de partida .....	394
<b>8.1. Introducción</b> .....	395
<b>8.2. Validación y fiabilidad de los resultados obtenidos</b> .....	395
8.2.1. Validación y fiabilidad de los métodos analíticos .....	395
8.2.2. Materiales de control .....	400
8.2.3. Valores de referencia .....	403

8.2.4. Serie analítica .....	404
8.2.5. Estudio estadístico de los datos obtenidos en los laboratorio clínicos .....	404
8.2.6. Gráficos .....	412
8.2.7. Gráficos de control de calidad .....	414
8.2.8. Valoración técnica .....	418
8.2.9. Toma de decisiones a partir de datos de los controles de calidad .....	419
8.2.10. Verificación facultativa .....	421
8.2.11. Informe .....	422
<b>8.3. Calidad en el laboratorio .....</b>	<b>423</b>
8.3.1. Calidad total .....	423
8.3.2. Sistemas de gestión de la calidad .....	424
8.3.3. Normativas para la gestión de la calidad de los laboratorios .....	426
8.3.4. Documentación para la gestión de la calidad .....	428
8.3.5. Normalización, certificación y acreditación .....	430
8.3.6. Auditorías .....	432
<b>Ideas clave .....</b>	<b>434</b>
<b>Aplica lo aprendido .....</b>	<b>435</b>
<b>Solución del punto de partida .....</b>	<b>436</b>
<b>Práctica profesional .....</b>	<b>437</b>
<b>Ponte a prueba .....</b>	<b>438</b>

# ÍNDICE DE COMPLEMENTOS DIGITALES

---

- Complemento digital 1.1. Reactivos de laboratorio: tipos, aplicaciones y clasificación
- Complemento digital 1.2. Información de las fichas de datos de seguridad
- Complemento digital 1.3. Métodos de purificación de agua para laboratorio
- Complemento digital 2.1. Fundamentos científico-técnicos para el laboratorio: matemáticas, química y unidades del SI
- Complemento digital 2.2. Tipos de menisco
- Complemento digital 2.3. Micropipetas de desplazamiento por aire o neumáticas y micropipetas de desplazamiento positivo o de desplazamiento directo del pistón
- Complemento digital 2.4. Pipeteo inverso
- Complemento digital 2.5. Procedimientos y productos para la limpieza integral del laboratorio
- Complemento digital 2.6. Principios y técnicas de desinfección y esterilización en entornos científicos
- Complemento digital 3.1. Riesgos y prevención en caso de accidente
- Complemento digital 3.2. Riesgos por el uso de equipos especializados
- Complemento digital 3.3. Radiaciones ionizantes: tipos, unidades y límites de dosis
- Complemento digital 3.4. Fichas de datos de seguridad y valores límites de exposición
- Complemento digital 3.5. Clasificación de agentes cancerígenos y medidas de contención
- Complemento digital 3.6. Cabinas de seguridad biológica de clases I, II y III
- Complemento digital 3.7. Plan de emergencias ante una descarga eléctrica, un incendio y cortes
- Complemento digital 3.8. Plan de emergencias ante un accidente con radiación ionizante
- Complemento digital 3.9. Clasificación de residuos de la Comunidad Valenciana
- Complemento digital 4.1. Átomos y moléculas, masa atómica y molecular
- Complemento digital 4.2. Leyes de los gases
- Complemento digital 5.1. Clasificación de filtraciones esterilizantes de equipos
- Complemento digital 5.2. Gradientes de densidad
- Complemento digital 5.3. Cellogel
- Complemento digital 5.4. Electroforesis de proteínas plasmáticas en acetato de celulosa
- Complemento digital 5.5. Materiales para la electroforesis en gel de agarosa

- Complemento digital 5.6. Otros tipos de electroforesis
- Complemento digital 6.1. Relación entre  $K_a$  y  $K_b$  en el producto iónico del agua
- Complemento digital 6.2. Número de oxidación de los elementos
- Complemento digital 6.3. Cálculo del pH
- Complemento digital 7.1. Aberraciones de los sistemas ópticos
- Complemento digital 7.2. Microscopía de campo oscuro y de interferencia
- Complemento digital 7.3. Otros tipos de microscopio
- Complemento digital 7.4. Fases del escaneado y ensamblaje de la preparación
- Complemento digital 7.5. Programas para el procesado de imágenes digitales
- Complemento digital 8.1. Criterios de fiabilidad de un método diagnóstico
- Complemento digital 8.2. Recta de regresión con programas informáticos
- Complemento digital 8.3. Tablas estadísticas para datos agrupados
- Complemento digital 8.4. Norma ISO 15189

# 2

# Operaciones básicas en el laboratorio

## RESULTADO DE APRENDIZAJE Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

**RA 1.** Clasifica los materiales, los equipos básicos y los reactivos utilizados en laboratorio, describiendo su utilización y mantenimiento.

- b) Se han identificado las técnicas de limpieza, desinfección y esterilización que se van a emplear en el laboratorio.
- f) Se han interpretado los procedimientos normalizados de trabajo (PNT) para la utilización y mantenimiento de los equipos básicos e instrumentos del laboratorio.



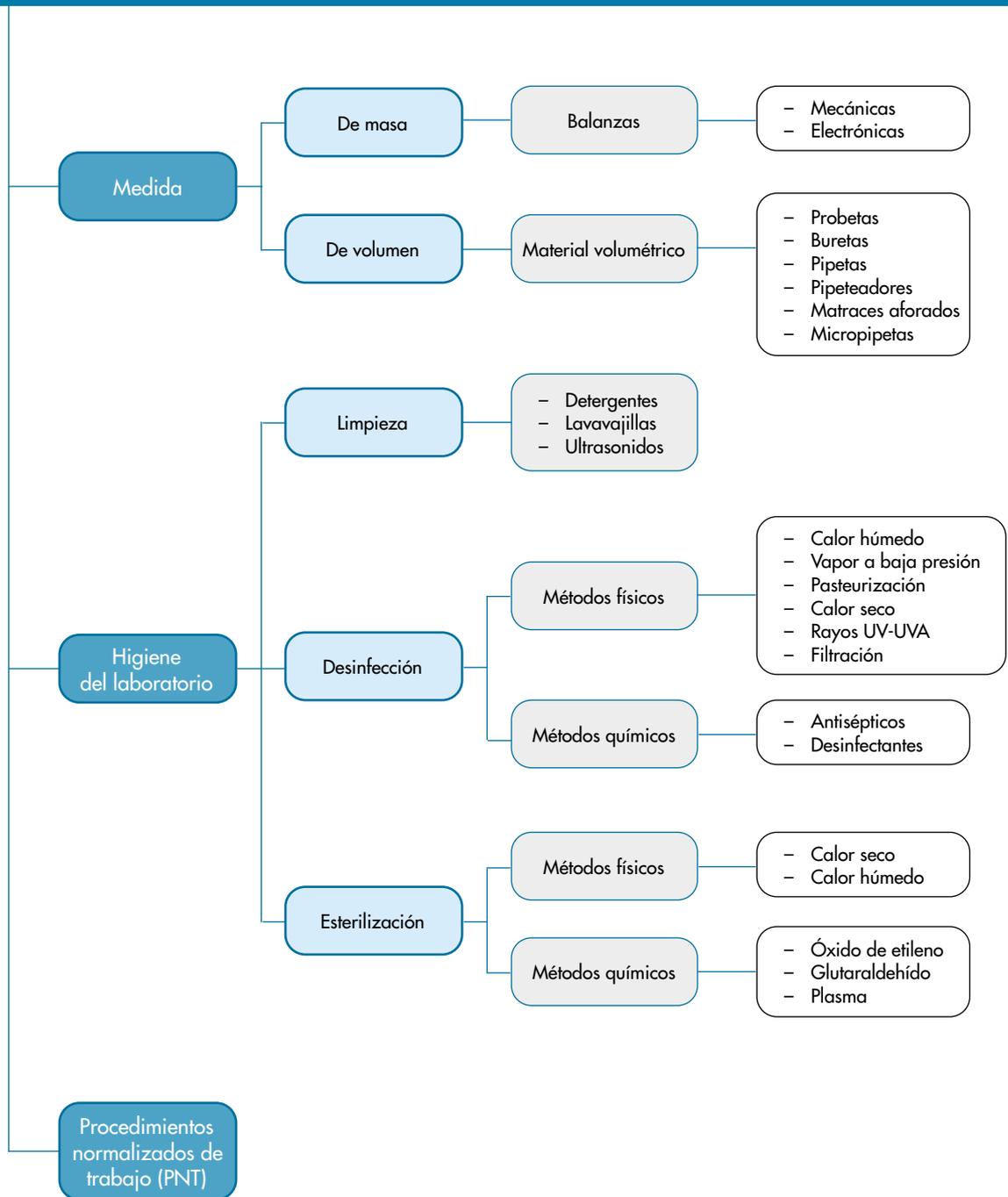
## Objetivos de Desarrollo Sostenible

En este capítulo se van a trabajar los ODS 12 y 15.



## MAPA CONCEPTUAL

## OPERACIONES BÁSICAS EN EL LABORATORIO





## GLOSARIO

**Calibración.** Es el proceso de comparación de las mediciones de un instrumento o equipo con un estándar de referencia conocido.

**Capacidad.** Es la cantidad de espacio disponible dentro de un objeto o recipiente para contener una sustancia, generalmente líquida o gas. Se mide en litros (L) o mililitros (mL).

**Contaminaciones cruzadas.** Se trata de contaminaciones entre dos muestras o dos reactivos debido a que se utiliza el mismo instrumento para manipular ambos.

**Electroimán.** Es un tipo de imán en el que se produce un campo magnético mediante el flujo de electrones por una bobina de alambre enrollada alrededor de un núcleo de material ferromagnético (como hierro).

**Fungicida.** Sustancia química o biológica utilizada para eliminar o inhibir el crecimiento de hongos y sus esporas.

**Límites de incertidumbre.** Representan el intervalo en el que se espera que esté el valor real de una medición, considerando los posibles errores del instrumento o del método de medición. Se expresan generalmente con un  $\pm$  alrededor de un valor medido.

**Mecanismo de palanca.** Barra que puede girar en torno a un punto de apoyo.

**Metrología.** Ciencia que estudia el sistema de pesas y medidas.

**Transductor.** Dispositivo capaz de transformar un determinado tipo de energía de entrada en otro tipo de energía de salida.

**Valor nominal de un material volumétrico.** Es la capacidad teórica o volumen indicado por el fabricante que un material de laboratorio (como una pipeta, bureta, matraz aforado o cilindro graduado) puede contener o entregar bajo condiciones normales.

**Viricida.** Agente que destruye o inactiva virus, impidiendo su replicación y propagación.



## PUNTO DE PARTIDA

En el laboratorio os han encargado preparar una disolución estéril que contenga 0,5 g de glucosa y 100 mL de agua destilada.

1. Indica los equipos y materiales que se necesitan para ello.
2. Para cada uno de los tipos de instrumentos de medición de masa y de volúmenes presentes en el laboratorio, debes investigar y documentar cómo se usan de forma adecuada y las precauciones necesarias.

## 2.1. Introducción

En los laboratorios se llevan a cabo mediciones de diversas magnitudes que generan valores numéricos, los cuales deben expresarse de manera precisa y correcta en las unidades correspondientes. Cada laboratorio dispone de protocolos de trabajo específicos para las diferentes pruebas que realiza. Sin embargo, existen operaciones básicas comunes a todos los laboratorios, como la medición de masa y volumen. El manejo adecuado y preciso del instrumental necesario para estas operaciones es esencial en el desempeño de cualquier actividad de laboratorio.

Otro aspecto crucial es la limpieza del material, ya que la presencia de residuos en los instrumentos utilizados puede alterar los resultados de las pruebas y representar un riesgo de contaminación o infección. Por lo tanto, es indispensable implementar procesos rigurosos de limpieza, desinfección y esterilización del material.

Todas las actividades y procedimientos realizados en los laboratorios están documentados en los denominados procedimientos normalizados de trabajo (PNT), los cuales garantizan la estandarización y reproducibilidad de las tareas. Por último, resulta fundamental optimizar el uso de los recursos disponibles en el laboratorio para garantizar una gestión eficiente y sostenible.



### COMPLEMENTO DIGITAL 2.1

#### *Fundamentos científico-técnicos para el laboratorio: matemáticas, química y unidades del SI*

En este complemento digital, disponible en [www.sintesis.com](http://www.sintesis.com) y accesible con el código que aparece en la página 11 de este libro, encontrarás los siguientes contenidos:

- Conocimientos matemáticos necesarios para el laboratorio.
- Formulación y nomenclatura de los compuestos químicos.
- Unidades del sistema internacional, así como a sus múltiplos y submúltiplos.

## 2.2. Medida de masas y balanzas

Fuera del ámbito científico, los términos “masa” y “peso” suelen emplearse de manera indistinta. Sin embargo, desde una perspectiva científica, se define la masa ( $m$ ) como la cantidad de materia que compone un cuerpo. Esta es una propiedad intrínseca e invariable, independientemente de las condiciones o la ubicación del cuerpo. Por otro lado, el peso ( $P$ ) es una fuerza, específicamente la fuerza gravitatoria con la que la Tierra atrae a los cuerpos situados en su proximidad.

La relación entre masa y peso se describe mediante la ecuación:

$$\text{Peso} = \text{masa} \cdot \text{aceleración de la gravedad } (g)$$



**Figura 2.1.** Diferencia entre masa y peso

La aceleración de la gravedad ( $g$ ) no es constante, ya que depende de factores como la altitud y la latitud geográfica. Por ello, el peso de un objeto puede variar según su ubicación (figura 2.1). Sin embargo, dado que  $g$  es aproximadamente uniforme bajo condiciones normales y al nivel del mar, el peso de un objeto es proporcional a su masa. Por esta razón, en el contexto cotidiano, es común tratar ambos conceptos como equivalentes.

En el Sistema Internacional de Unidades (SI), la unidad básica de masa es el kilogramo (kg). Sin embargo, en los laboratorios clínicos es habitual trabajar con masas más pequeñas, como el gramo (g), el miligramo (mg) o el microgramo ( $\mu\text{g}$ ), nanogramo (ng) o el picogramo (pg), debido a la precisión requerida en las mediciones. La equivalencia entre ellas es la siguiente:

$$1 \text{ g} = 10^3 \text{ mg} = 10^6 \mu\text{g} = 10^9 \text{ ng} = 10^{12} \text{ pg}$$

En el laboratorio, las mediciones de masa se llevan a cabo con diversos propósitos, como la preparación de mezclas de componentes en proporciones predefinidas, la determinación de densidades o pesos específicos y la realización de actividades de control de calidad. Estas últimas incluyen la calibración y verificación de dispositivos como las pipetas, donde la precisión en la masa desempeña un papel fundamental para garantizar resultados fiables y reproducibles.

Una *balanza* es un instrumento utilizado para determinar la masa de una sustancia o material. Este procedimiento se denomina *pesada*. Cada balanza posee una serie de propiedades que determinan su funcionalidad y precisión. Algunas de las más relevantes son:

- a) *Exactitud*: es la coincidencia entre el valor obtenido y el valor real.
- b) *Fidelidad o precisión*: evalúa la capacidad de la balanza para proporcionar los mismos resultados al medir la misma masa en condiciones idénticas.
- c) *Sensibilidad*: informa de la cantidad más pequeña que es capaz de medir, suele venir indicada en el pie de la balanza.
- d) *Capacidad de carga o capacidad máxima*: indica el límite superior de masa que la balanza puede medir con precisión.
- e) *Capacidad mínima*: es la cantidad mínima que es capaz de pesar. Varía mucho de unas balanzas a otras. Las capacidades se encuentran señalizadas en la balanza.
- f) *El intervalo o rango de medida*: indica el intervalo o rango de valores dentro del cual se puede realizar la pesada. Está situado entre los valores anteriores.

Estos límites no deben ser superados ya que, si se utiliza para valores inferiores a su capacidad mínima, la pesada no será correcta; por el contrario, si se usa para valores superiores, la balanza puede sufrir daños.

Existen numerosos tipos de balanzas que se distinguen entre sí por su diseño, los principios de funcionamiento y su sensibilidad. Según el mecanismo utilizado, las balanzas se clasifican en dos categorías principales:

- *Balanzas mecánicas*: funcionan mediante sistemas de palancas, resortes o contrapesos para comparar la masa de un objeto con una masa de referencia. Estas balanzas no requieren una fuente de energía eléctrica y suelen ser utilizadas en aplicaciones donde la simplicidad y la durabilidad son prioritarias. Dentro de este grupo las hay de doble plato y monoplato (figura 2.2).



**Figura 2.2.** Balanza mecánica de doble plato (a) y balanza mecánica monoplato (b)

- *Balanzas electrónicas:* utilizan sensores electrónicos para medir la masa y convertirla en una señal eléctrica procesada por un microprocesador. Estas balanzas son más precisas, rápidas y fáciles de usar, además de ofrecer funcionalidades avanzadas como la posibilidad de tarar de forma automática, conexión a dispositivos externos y almacenamiento de datos. Son más cómodas que las mecánicas, por lo que actualmente son las utilizadas en los laboratorios (figura 2.3).



**Figura 2.3.** Balanzas electrónicas de diferente sensibilidad



### ACTIVIDAD PROPUESTA 2.1

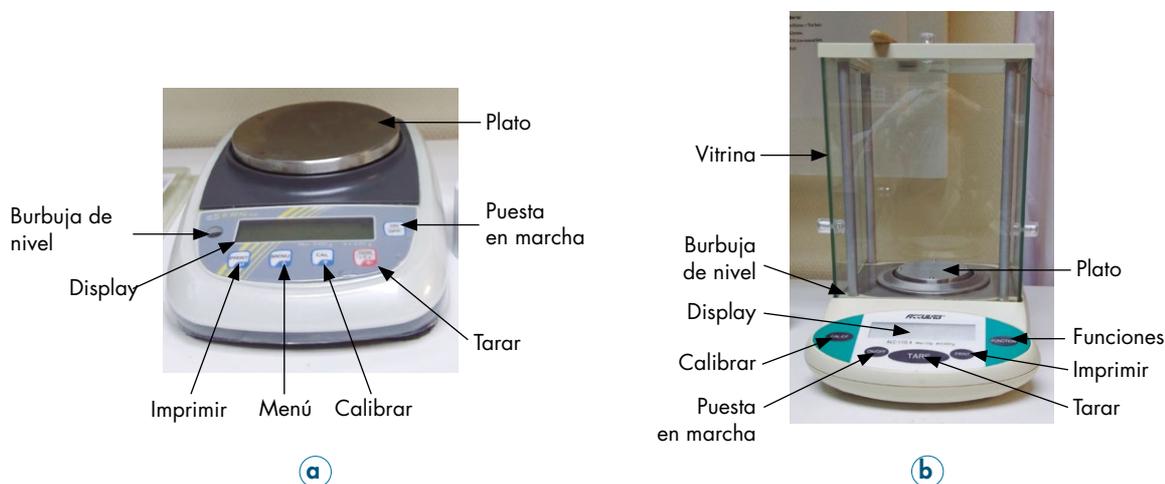
Al realizar 4 mediciones de una pesa patrón de 100 mg se han obtenido los siguientes valores: 0,097 g, 0,097 g, 0,097 g y 0,098 g. Indica si la balanza es exacta y precisa, y justifica tu respuesta.

Las balanzas electrónicas están compuestas por un platillo donde se coloca el objeto a medir, un botón de encendido y apagado, una burbuja de nivel para asegurar su correcta disposición, un botón de calibración, otro para tarar y una pantalla digital que muestra el valor obtenido. Además, algunas balanzas electrónicas cuentan con la posibilidad de conectarse a una impresora para registrar los resultados.

Dentro de las balanzas electrónicas se distinguen varios tipos según su sensibilidad (cuadro 2.1). Cada uno de ellos depende de las aplicaciones específicas, ya que requieren diferentes niveles de exactitud. Antes de efectuar la pesada, hay que conocer las características de la balanza para elegir la adecuada en cada caso.

**CUADRO 2.1.** Capacidad máxima, sensibilidad y uso principal de diferentes tipos de balanzas.

Tipo de Balanza	Capacidad máxima	Sensibilidad	Uso principal
Balanzas granatarias	Hasta 2 600 g	0,01 g	Mayor capacidad de carga y precisión moderada.
Balanzas de precisión o semianalíticas	Varía según modelo	0,001 g = 1 mg	Aplicaciones que requieren precisión moderada; equilibrio entre capacidad y exactitud.
Balanzas analíticas	Hasta 200 g	0,0001 g	Medición de pequeñas masas con alta exactitud; esenciales en análisis químicos y farmacéuticos.
Balanzas semi-microanalíticas	Hasta 30 g	0,00001 g	Aplicaciones que requieren precisión extremadamente alta en la medición de pequeñas masas.
Balanzas microanalíticas	Hasta 10 g	0,000001 g = 1 µg	Medición de cantidades minúsculas; esenciales en aplicaciones especializadas que requieren máxima precisión.



**Figura 2.4.** Componentes del granatario de laboratorio (a) y de una balanza analítica (b)

Las balanzas granatarias tienen una precisión menor que las balanzas analíticas, pero ofrecen una mayor capacidad de carga (figura 2.4a). Por su parte, las balanzas analíticas tienen una elevada precisión, por lo que es necesario seguir unas normas referentes a su ubicación y uso que permitan garantizar su correcto funcionamiento y conservación. En ellas, el plato se encuentra en el interior de una vitrina para evitar las interferencias de las corrientes de aire (figura 2.4b).



### CASO PRÁCTICO 2.1

En un laboratorio de control de calidad de una fábrica de alimentos hay que preparar una solución estándar para la verificación de la calidad de varios productos. Para ello, tienes que pesar 0,002 g de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , 0,0005 g de NaCl y 250 g de glucosa con las siguientes balanzas:

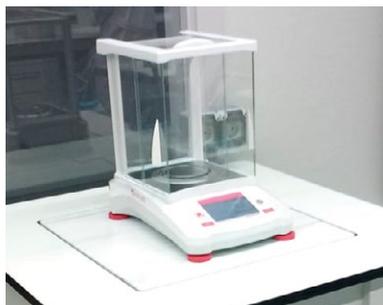
- Un granatario con capacidad máxima 1 kg y sensibilidad 0,01 g.
- Una balanza de precisión de carga máxima de 100 g y sensibilidad 0,001 g.
- Una balanza analítica de capacidad de carga máxima de 160 g y sensibilidad 0,0001 g.

Indica la balanza que utilizarás en cada caso y justifica tu respuesta.

#### A) Ubicación de las balanzas

Para garantizar mediciones precisas y confiables en el uso de balanzas de laboratorio, es esencial considerar las siguientes condiciones:

- *Superficie de apoyo*: la balanza debe colocarse sobre una mesa especialmente diseñada para este propósito. Esta mesa debe ser antivibratoria, estable y libre de materiales magnéticos (sin plancha de acero) para evitar interferencias. Además, debe estar protegida contra cargas electrostáticas, por lo que se recomienda evitar materiales como plástico o vidrio (figura 2.5).



**Figura 2.5:** Balanza sobre mesa antivibratoria, Colás Marín®

- *Entorno*: la temperatura ambiente debe ser constante, idealmente entre 18 °C y 30 °C, con una humedad relativa entre el 45 % y el 60 %. Las fluctuaciones en estos parámetros pueden afectar la precisión de las mediciones.
- *Protección contra corrientes de aire*: se evitará colocar la balanza cerca de puertas, ventanas, sistemas de climatización, ventiladores, computadoras u otros equipos que puedan generar corrientes de aire o variaciones térmicas. La exposición a estas condiciones puede alterar los resultados de pesaje.
- *Nivelación de la balanza*: es necesario asegurarse de que la balanza esté perfectamente nivelada. La mayoría de las balanzas analíticas cuentan con un sistema de burbuja de nivel, que consiste en una cápsula circular rellena de líquido, con una burbuja de aire en su interior. Tiene un círculo o marca central que debe situarse en el centro de un círculo (figura 2.6). Para conseguir esto, basta con hacer girar las roscas situadas en la parte posterior de la balanza.



Correcto



Incorrecto

**Figura 2.6.**  
Burbuja de nivel



## ACTIVIDAD GRUPAL 2.1

Dividíos en grupos de cuatro personas de modo que a cada grupo se le asigne una balanza. Utilizando la información dada hasta ahora, analizad si la balanza está situada correctamente o no y justificad la respuesta. Al terminar, poned en común vuestras conclusiones con el resto de la clase.

### B) Uso de las balanzas

Las balanzas electrónicas deben estar conectadas a la red eléctrica todo el día. Tras la conexión hay que esperar a que transcurra un tiempo de precalentamiento antes de hacer la primera pesada, de modo que la balanza se estabilice (se debe comprobar la duración del tiempo de precalentamiento en el manual de la balanza).

Una vez estabilizada se deja en la opción “modo reposo” durante la jornada de trabajo, para evitar posteriores esperas.

Se debe comprobar que la cámara de medida y el plato estén limpios. La balanza debe limpiarse con un pincel suave antes y después de cada uso, siempre estando en “modo reposo”.

El recipiente en el que se efectúa la pesada debe estar limpio y seco y ser lo más ligero posible, adaptado a la cantidad de sustancia que se va a pesar. Puede utilizarse: cubetas de plástico para pesadas (figura 2.7), vidrios de reloj, papel para pesar y vasos de precipitados.



**Figura 2.7.** Cubetas de plástico para pesadas, dDBioLab®

### C) Calibración de la balanza

Para garantizar una correcta pesada, la balanza debe estar correctamente calibrada o ajustada. Para calibrar se deben seguir las instrucciones del manual de usuario de la balanza.

La calibración puede realizarse mediante una pesa facilitada junto con la balanza, o bien con patrones internos contenidos en las balanzas que tienen la opción de calibración automática.

Es aconsejable calibrar la balanza cuando ocurra alguno de los siguientes casos: se ponga en servicio la balanza por primera vez, se realice un mantenimiento, se cambie de emplazamiento, se haya nivelado la balanza o se hayan producido grandes cambios de temperatura, humedad o presión de aire.

### D) Procedimiento para efectuar una pesada

Para pesar los objetos o las sustancias, se coloca el recipiente en que se va a pesar sobre el centro del plato de la balanza.

Se tara con la tecla adecuada, en el monitor aparece el cero para que la lectura del peso no incluya el del recipiente (figura 2.8). O bien, se tara la balanza vacía, se deposita el recipiente y se anota su peso.

A continuación, se va añadiendo con una cucharilla o espátula, poco a poco, la sustancia que se desea pesar hasta alcanzar la cantidad deseada, con cuidado de no verter nada fuera.

Hay que esperar hasta que la balanza no varíe antes de añadir más sustancia. Se ha de cerrar la puerta de la vitrina (si la tiene) cuando nos acercamos al valor deseado.

En el caso de tarar con el recipiente de pesada, el valor que aparece en la balanza corresponde al reactivo. Si se taró con la balanza vacía, el peso que aparece corresponde al del reactivo más el del recipiente.

Finalizada la operación hay que apagar y limpiar la balanza y los utensilios de pesada.

Cuando no se utilice la balanza, se dejará en reposo y protegida del polvo.



**Figura 2.8.** Para efectuar una pesada hay que tarar el recipiente

### RECURSOS WEB

En los siguientes enlaces se puede acceder a un vídeo de la Universidad Complutense de Madrid sobre el uso de un granatario y una balanza analítica (QR1), y un vídeo realizado por el Centro para la Excelencia en la Enseñanza y el Aprendizaje en Forsyth Tech Community College que describe el uso de la balanza analítica (QR2, activa los subtítulos en castellano).

QR1



QR2



### E) Precauciones en el uso de las balanzas

Durante la utilización de las balanzas es conveniente seguir las siguientes precauciones:

- Hay que evitar tocar con los dedos directamente el recipiente de pesada al ponerlo y quitarlo, ya que alteran la pesada.
- Hay que poner gran cuidado para no contaminar con la espátula el producto del bote comercial. Si se pesan varios reactivos, cada uno debe pesarse por separado y se ha de limpiar bien la espátula entre un reactivo y otro para evitar contaminaciones cruzadas.
- Se ha de identificar cada uno de los recipientes que contienen el reactivo pesado.
- Cuando se pesan productos higroscópicos, hay que tener en cuenta que tienden a atraer el agua de la atmósfera e hidratarse, por lo que pueden dar lugar a una pesada errónea. Estos productos deben conservarse en el interior de desecadores.
- Es conveniente elaborar una guía rápida de uso para cada balanza, basados en el manual de usuario. Estas indicaciones deberán ser de obligado cumplimiento para el personal que use la balanza.



#### ACTIVIDAD PROPUESTA 2.2

En relación con las balanzas:

- a) Explica en qué consiste la calibración de las balanzas y en qué casos debe realizarse.
- b) Razona el motivo por el que las pesas patrón no deben tocarse directamente con las manos.
- c) Indica que ocurriría si se utiliza una pesa de 200 g en una balanza cuya pesa de calibrado es de 100 g.
- d) Justifica el motivo por el que debe cerrarse la vitrina de la balanza mientras se está pesando una sustancia.

### F) Mantenimiento de las balanzas

Además de limpiar la balanza tras la pesada, es conveniente realizar un mantenimiento periódico:

- Con la balanza desconectada de la red, se arrastran con un pincel los posibles restos que se encuentren en los alrededores del platillo de la balanza.
- Se extrae el platillo, se limpia la superficie sobre la que va el platillo y toda la superficie de la balanza, se seca bien y se vuelve a colocar el platillo. Se cierra y se le pone su funda.



## ACTIVIDAD GRUPAL 2.4

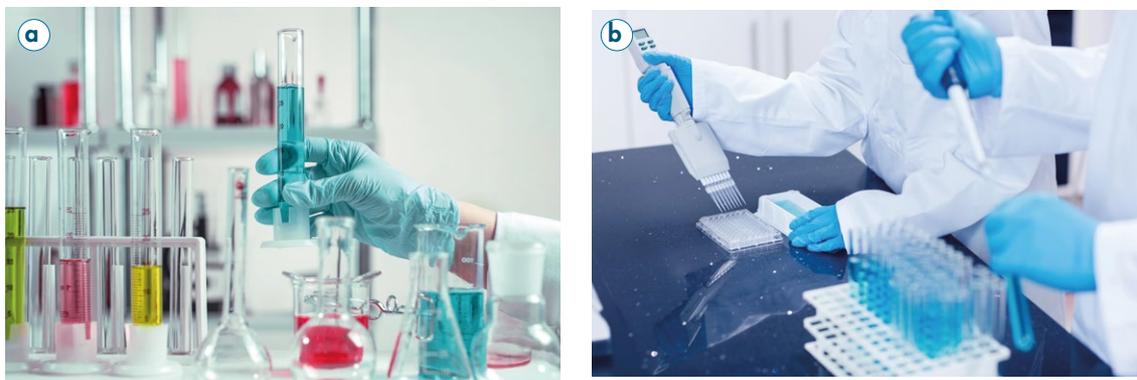
Formad equipos de 4-6 personas y consultad los manuales o referencias técnicas de las balanzas disponibles en el laboratorio y la información aportada en este libro. A partir de esta investigación, cada equipo debe redactar un protocolo sobre el uso adecuado de las balanzas del laboratorio dividido en las siguientes secciones:

- Introducción: propósito del protocolo.
- Procedimientos antes de usar la balanza: revisión, calibración, y preparación del área de trabajo.
- Uso correcto: pasos detallados para medir muestras.
- Mantenimiento y limpieza: instrucciones para conservar la balanza en buen estado.
- Precauciones: listado de acciones a evitar.
- Impacto de las buenas prácticas de laboratorio en el desarrollo de los ODS 12: Producción y Consumo Responsable y ODS 15: Vida de Ecosistemas Terrestres.

Cada equipo presentará su protocolo al resto. Los demás sugerirán mejoras con las que cada equipo ajustará su protocolo.

## 2.3. Medidas de volumen. El material volumétrico

El material volumétrico se utiliza para las medidas y transferencias exactas de volúmenes. Hay una gran variedad de instrumentos volumétricos con diferentes grados de exactitud, algunos son manuales como los de vidrio o plástico, y otros son automáticos, como las micropipetas y dispensadores automáticos (figura 2.9 a y b).



**Figura 2.9.** Material volumétrico de vidrio o plástico (a) y material volumétrico automático (b)

### 2.3.1. Instrumentos volumétricos de vidrio o plástico

El material volumétrico de vidrio o plástico lleva una marca que indica su capacidad o una escala de medida. Este material se puede clasificar en función diversos criterios: su exactitud, su función (contener o verter) y su diseño (aforado o graduado).

#### A) Exactitud del material volumétrico

La exactitud es la concordancia entre el valor medido y el valor real. La exactitud de un instrumento viene dada por sus límites de incertidumbre o tolerancia. Cuanto menor sea la incertidumbre, mayor será su exactitud. Los instrumentos suelen llevar impreso en su superficie su límite de incertidumbre o tolerancia. La incertidumbre suele expresarse en tanto por ciento; por ejemplo, si se miden 100 mL con un instrumento que tiene unos límites de incertidumbre del 1 %, lo que garantiza dicho instrumento es que la cantidad que obtiene está entre  $100 \pm 1$  (99–101) mL.

En función de su exactitud, los instrumentos volumétricos se clasifican en cuatro grupos que aparecen recogidos en el cuadro 2.2.

**CUADRO 2.2.** Clasificación del material volumétrico en función de su exactitud.

Exactitud	Límite de incertidumbre	Ejemplos
Baja		Vasos, matraces Erlenmeyer
Moderada	2 %	Probetas
Buena	< 1 %	Buretas, pipetas graduadas.
Elevada	< 0,5 %	Matraces aforados y pipetas aforadas

Cuando se requieren grandes volúmenes y no se necesita gran precisión se pueden utilizar vasos de precipitado o matraces de Erlenmeyer. Este material, aunque dispone de una escala graduada dicha escala es únicamente orientativa de su capacidad.

En el caso de requerir una exactitud moderada pueden emplearse probetas. En cambio, cuando se quiere manejar volúmenes pequeños y precisos se suelen emplear buretas y pipetas graduadas. Los materiales volumétricos de mayor exactitud son los matraces aforados y las pipetas aforadas. De forma general, cuanto más estrecho sea el instrumento es su línea de enrase, más exacto es.

Por otra parte, un mismo tipo de material volumétrico, dependiendo de las características de su fabricación, puede tener mayor o menor exactitud, así se clasifican de clase A y de clase B:

- *Clase A:* la tolerancia o los límites de error están dentro de los límites fijados por las normas DIN e ISO.
- *Clase B:* la tolerancia o límites de erro son el doble que los de clase A.