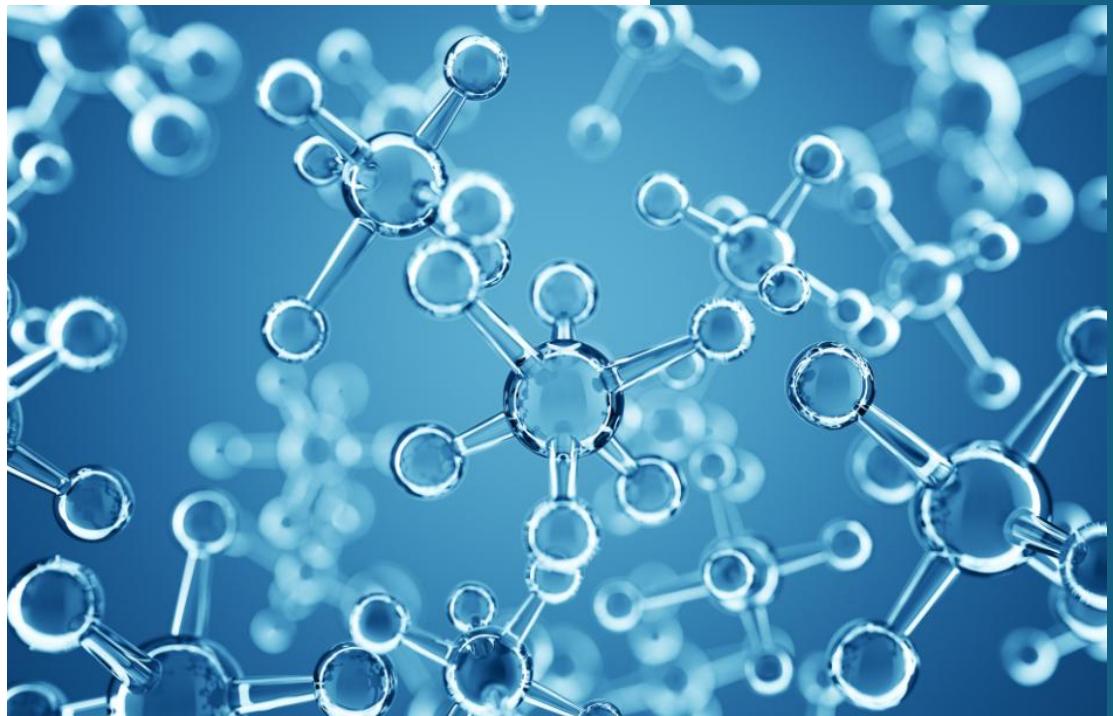


PAU 2026

Tema 1. Biomoléculas Inorgánicas



1. Bioelementos

- 1.1. Bioelementos primarios: definición y funciones
- 1.2. Bioelementos secundarios: papel biológico
- 1.3. Oligoelementos: concepto y ejemplos
- 1.4. Biomoléculas en las que están presentes

2. Enlaces químicos relevantes en biología

- 2.1. Enlace covalente
- 2.2. Enlace covalente polar
- 2.3. Enlace iónico
- 2.4. Puente de hidrógeno
- 2.5. Fuerzas de Van der Waals (atracción entre grupos apolares)

3. El agua: estructura, propiedades y funciones

- 3.1. Estructura molecular del agua
- 3.2. Propiedades físico-químicas del agua
- 3.3. Funciones biológicas del agua
- 3.4. Interacción del agua con sustancias hidrofílicas, hidrofóbicas y anfipáticas

4. Sales minerales

- 4.1. Sales en estado sólido
- 4.2. Sales en disolución
- 4.3. Funciones de las sales minerales
- 4.4. Dispersiones acuosas
- 4.5. Equilibrio osmótico

5. Sistemas amortiguadores o tampones

- 5.1. Concepto de sistema tampón
- 5.2. Tampón fosfato
- 5.3. Tampón bicarbonato

6. PH como regulador químico del entorno

7. Solubilidad

AUTOEVALUACIÓN: Preguntas tipo test

PAU UCLM: Preguntas tipo test

PAU UCLM: Cuestiones cortas

PAU UCLM: Preguntas de identificación de imágenes

TEMA 1. BIOMOLÉCULAS INORGÁNICAS

1. Bioelementos

Los **bioelementos** son los **elementos químicos** que forman parte de los seres vivos. Aunque en la naturaleza existen más de 90 elementos, solo unos 25 participan en la composición de los organismos. Estos elementos se clasifican en función de su abundancia y funciones biológicas.

1.1. BIOELEMENTOS PRIMARIOS

Son los **más abundantes** en la materia viva ($\approx 95\%$ de su masa total) y participan en la formación de las **principales biomoléculas orgánicas** (glúcidos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos):

- **Carbono (C)**
- **Hidrógeno (H)**
- **Oxígeno (O)**
- **Nitrógeno (N)**
- **Fósforo (P)**
- **Azufre (S)**

Presencia en biomoléculas:

- El **C** forma esqueletos carbonados (cadena principal de moléculas orgánicas)
- El **H** y **O** aparecen en todas las biomoléculas (agua, azúcares, lípidos...)
- El **N** es parte esencial de **aminoácidos y bases nitrogenadas**
- El **P** se encuentra en **ácidos nucleicos** y en el **ATP**
- El **S** forma parte de **algunos aminoácidos** (cisteína, metionina)

1.2. BIOELEMENTOS SECUNDARIOS

Representan aproximadamente el **4,5 % de la masa total** de los seres vivos. Aunque están en menor proporción que los primarios, cumplen funciones vitales:

- **Calcio (Ca)**
- **Sodio (Na)**
- **Potasio (K)**
- **Magnesio (Mg)**
- **Cloro (Cl)**

funciones:

- El **Ca** interviene en la contracción muscular y en la coagulación sanguínea
- El **Na⁺** y el **K⁺** regulan el potencial de membrana
- El **Mg** es cofactor enzimático y parte del centro activo de la **clorofila**
- El **Cl⁻** mantiene el equilibrio osmótico y participa en la formación del ácido clorhídrico gástrico

1.3. OLIGOELEMENTOS

Se encuentran en proporciones **inferiores al 0,1 %**, pero son **imprescindibles** para la vida, ya que actúan como **cofactores enzimáticos** o participan en estructuras específicas.

Se dividen en:

- **Esenciales**: hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), manganeso (Mn), yodo (I), flúor (F), cobalto (Co), selenio (Se), molibdeno (Mo)
- **Variables** o accidentales: boro (B), silicio (Si), vanadio (V), níquel (Ni)

Tabla 1.

Elemento	Funciones biológicas principales
Fe (Hierro)	Componente fundamental de la hemoglobina, mioglobina y citocromos ; esencial en el transporte de oxígeno y en reacciones redox celulares (cadena respiratoria).
Cu (Cobre)	Cofactor enzimático de enzimas oxidativas (como el citocromo c oxidasa); participa en el metabolismo del hierro y en la formación de colágeno.
Zn (Zinc)	Cofactor de muchas enzimas digestivas (como la carboxipeptidasa) y de transcripción génica (factores con dedos de zinc); interviene en la cicatrización y la respuesta inmune.
Mn (Manganeso)	Actúa en la fotosíntesis (complejo oxígeno-evolvente); cofactor en reacciones enzimáticas del metabolismo de lípidos y carbohidratos.
I (Yodo)	Componente estructural de las hormonas tiroideas (tiroxina y triyodotironina), esenciales para el metabolismo celular y el desarrollo del sistema nervioso.
F (Flúor)	Se incorpora al esmalte dental , aumentando su resistencia a la desmineralización; fortalece huesos en cantidades adecuadas.
Co (Cobalto)	Componente de la vitamina B₁₂ (cobalamina) , esencial en la síntesis de ácidos nucleicos y la formación de glóbulos rojos.
Se (Selenio)	Antioxidante celular, forma parte de enzimas como el glutatión peroxidasa ; protege las membranas frente al daño oxidativo.
Mo (Molibdeno)	Cofactor enzimático en reacciones de metabolismo de purinas y nitrógeno (enzimas oxidoreductasas).

1.4. Biomoléculas en las que están presentes

- **C, H, O, N, P, S**: en todas las biomoléculas orgánicas
- **Ca y P**: en huesos y dientes (hidroxiapatita)
- **Mg**: en ATP, enzimas y clorofila
- **Fe**: en hemoglobina y citocromos
- **Na⁺, K⁺, Cl⁻**: en el plasma sanguíneo y el potencial de membrana

Tabla 2.

Bioelemento	Clasificación	Funciones biológicas principales
C (Carbono)	Primario	Base estructural de todas las biomoléculas orgánicas. Forma enlaces covalentes estables.
H (Hidrógeno)	Primario	Presente en todas las biomoléculas; participa en reacciones redox y en el mantenimiento del pH.
O (Oxígeno)	Primario	Participa en la respiración celular y en moléculas esenciales como el agua, glúcidos y ácidos nucleicos.
N (Nitrógeno)	Primario	Componente de aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas y ATP.
P (Fósforo)	Primario	Forma parte del ATP, ácidos nucleicos y fosfolípidos. Actúa en reacciones de fosforilación.
S (Azufre)	Primario	Presente en aminoácidos como cisteína y metionina; forma puentes disulfuro en proteínas.
Na (Sodio)	Secundario	Participa en la transmisión del impulso nervioso, equilibrio osmótico y volumen celular.
K (Potasio)	Secundario	Esencial en el potencial de membrana, contracción muscular y regulación del pH celular.
Ca (Calcio)	Secundario	Constituyente de huesos y dientes; participa en señalización celular, coagulación y contracción muscular.
Mg (Magnesio)	Secundario	Cofactor de enzimas; estabiliza ácidos nucleicos y estructuras ribosómicas; componente de la clorofila.
Cl (Cloro)	Secundario	Mantiene el equilibrio osmótico y ácido-base; presente en el jugo gástrico como HCl.

2. Enlaces químicos relevantes en biología

Las propiedades estructurales y funcionales de las biomoléculas dependen en gran medida del tipo de **enlaces químicos** que las constituyen o estabilizan. En biología, se distinguen tanto enlaces fuertes (covalentes) como interacciones débiles pero esenciales (puentes de hidrógeno, fuerzas de Van der Waals).

2.1. ENLACE COVALENTE

Es el **enlace más fuerte y estable**. Se forma cuando **dos átomos comparten uno o más pares de electrones**. Este tipo de enlace da lugar a moléculas estables y con estructuras tridimensionales definidas.

- Permite la formación de **moléculas orgánicas complejas** (glúcidos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos)
- Puede ser **simple (1 par de electrones compartido)**, **doble** o **triple**

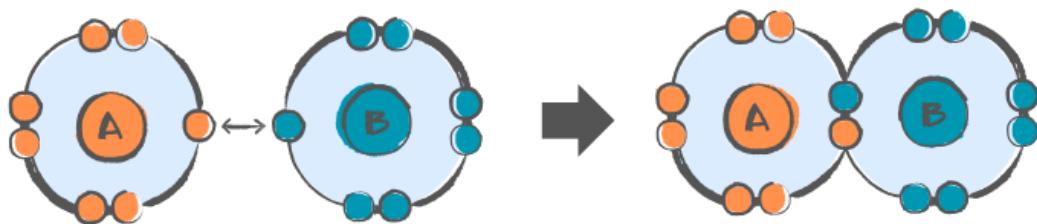


Figura 1. Enlace covalente.

2.2. ENLACE COVALENTE POLAR

Es una **variante del enlace covalente** en la que los electrones **se comparten de forma desigual** debido a la **diferencia de electronegatividad** entre los átomos implicados.

- Da lugar a **moléculas polares**, como el agua, donde el oxígeno atrae más los electrones que el hidrógeno
- Esta polaridad genera **dipolos eléctricos**, lo que permite la **formación de puentes de hidrógeno** y otras interacciones

2.3. ENLACE IÓNICO

Se forma cuando un átomo **cede electrones** y otro los **acepta**, generando iones de carga opuesta que se **atraen electrostáticamente**.

- Frecuente en **sales minerales**, como el **NaCl**
- En disolución acuosa, los enlaces iónicos suelen **disociarse** en sus iones correspondientes

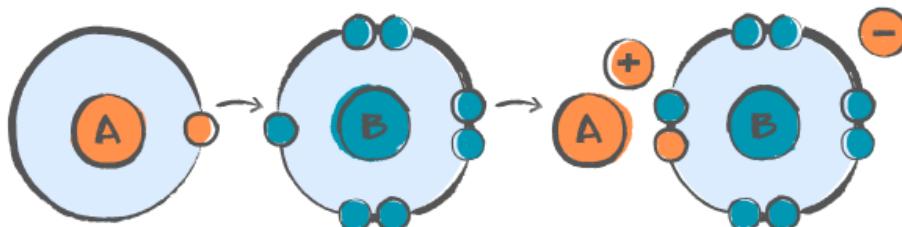


Figura 2. Enlace iónico.

2.4. PUENTE DE HIDRÓGENO

Es una **interacción débil pero muy relevante biológicamente**. Se produce entre un **átomo de hidrógeno** (ligado covalentemente a un átomo electronegativo como O o N) y otro átomo electronegativo cercano.

- Es responsable de propiedades fundamentales del **agua** (elevado calor específico, tensión superficial, cohesión)
- Mantiene la **estructura secundaria del ADN** (entre bases complementarias)
- Estabiliza **estructuras de proteínas** como la **α-hélice** y la **lámina β-plegada**

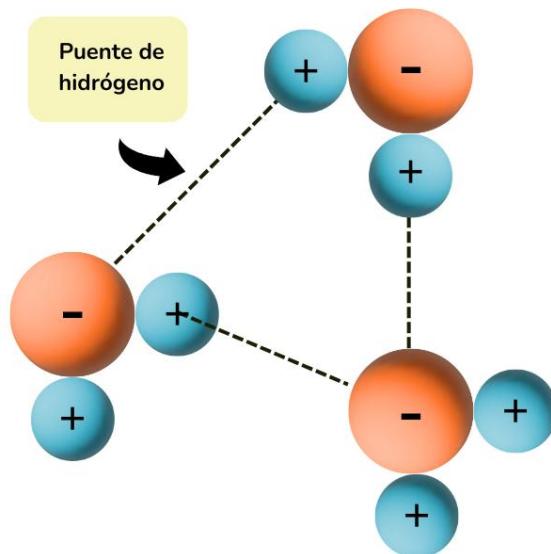


Figura 3. Puentes de hidrógeno.

2.5. FUERZAS DE VAN DER WAALS

Son **interacciones muy débiles** que se producen entre **moléculas o grupos apolares**, cuando se encuentran muy próximos entre sí.

- Actúan entre **regiones hidrofóbicas** de moléculas biológicas
- Son esenciales para la **estabilización de estructuras tridimensionales**, como el **plegamiento de proteínas o la bicapa lipídica**
- Aunque débiles individualmente, su **efecto acumulativo es relevante**

3. El agua: estructura, propiedades y funciones

El agua es la biomolécula inorgánica más abundante en los seres vivos y resulta imprescindible para la vida. Representa entre el 65 % y el 95 % del peso corporal en la mayoría de los organismos, y su importancia biológica deriva tanto de su estructura molecular como de sus propiedades fisicoquímicas.

3.1. ESTRUCTURA MOLECULAR DEL AGUA

La molécula de agua (H_2O) está formada por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno unidos mediante enlaces covalentes polares.

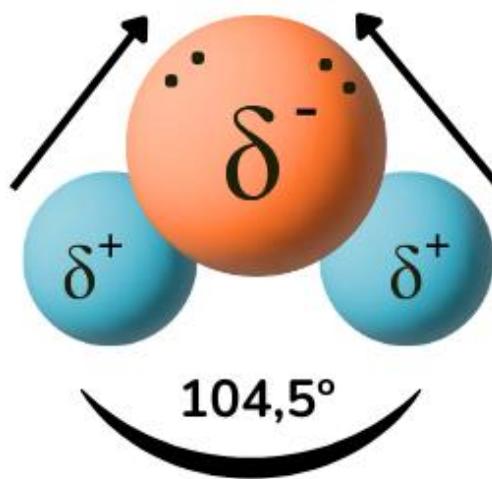


Figura 4. Geometría molecular de la molécula de agua

Características estructurales:

- **Ángulo de enlace:**

El ángulo entre los enlaces H–O–H es de aproximadamente $104,5^\circ$, lo que confiere a la molécula una geometría angular (en forma de "V"), no lineal.

Diferencia de electronegatividad: El oxígeno es mucho más electronegativo que el hidrógeno, lo que provoca que el par de electrones compartido se desplace hacia el oxígeno.

- **Polaridad:**

Como consecuencia de esta distribución electrónica asimétrica, la molécula presenta un dipolo eléctrico:

Un extremo negativo (zona del oxígeno)

Dos extremos positivos (zonas de los hidrógenos)

- **Puentes de hidrógeno:**

Debido a su polaridad, las moléculas de agua interactúan entre sí mediante puentes de hidrógeno, un tipo de interacción intermolecular débil pero fundamental.

Cada molécula de agua puede formar hasta cuatro puentes de hidrógeno (dos como donadora y dos como aceptor).

Estos puentes de hidrógeno, aunque débiles individualmente, forman una red tridimensional dinámica y cohesionada que explica las propiedades únicas del agua.

3.2. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGUA

Las propiedades del agua derivan directamente de su estructura polar y de la capacidad de formar puentes de hidrógeno. Estas propiedades explican su papel como medio vital y como regulador térmico, químico y estructural en los organismos.

- **Elevado calor específico**

Necesita mucha energía para aumentar su temperatura debido a los puentes de hidrógeno que deben romperse parcialmente.

Esto le confiere un efecto termorregulador, evitando cambios bruscos de temperatura en células, tejidos y ecosistemas acuáticos.

- **Elevado calor de vaporización**

Para pasar de líquido a vapor, el agua necesita absorber grandes cantidades de energía.

Este fenómeno es aprovechado por los organismos en la sudoración o transpiración: al evaporarse, el agua extrae calor del cuerpo, enfriándolo

- **Alta cohesión y tensión superficial**

Las moléculas de agua están fuertemente cohesionadas por puentes de hidrógeno, lo que produce una tensión superficial elevada.

Gracias a ello, algunos insectos pueden caminar sobre el agua y las células pueden mantener su forma.

- **Elevada adhesión y capilaridad**

El agua se adhiere fácilmente a superficies polares (como las paredes celulares o vasos conductores en plantas), lo que, junto con la cohesión, genera el fenómeno de la capilaridad, esencial para el ascenso de savia bruta.

- **Densidad anómala del agua**

El agua alcanza su máxima densidad a 4 °C. Al congelarse, se expande y forma una estructura menos densa (hielo), que flota.

Esto crea una capa aislante sobre los cuerpos de agua en invierno, protegiendo la vida acuática.

- **Gran poder disolvente**

Debido a su polaridad, el agua disuelve sales, azúcares, proteínas y otras moléculas polares o iónicas.

Se la denomina “disolvente universal”, y constituye el medio de la mayoría de las reacciones químicas del metabolismo.

- **Participación como reactivo o producto químico**

Participa directamente en reacciones químicas como:

Fotosíntesis: el agua se descompone en H^+ , e^- y O_2

Hidrólisis: descomposición de macromoléculas (polisacáridos, proteínas, lípidos) mediante la incorporación de una molécula de agua

3.3. FUNCIONES BIOLÓGICAS DEL AGUA

Las propiedades anteriormente descritas hacen que el agua cumpla múltiples funciones esenciales:

Función estructural

Forma parte del citoplasma, orgánulos y tejidos.

En organismos gelatinosos (como medusas) constituye el 90–95 % de su masa.

Función disolvente

Medio donde ocurren la mayoría de reacciones metabólicas (medio interno celular).

Facilita la interacción molecular, el transporte y la distribución de sustancias.

Función metabólica

Participa en reacciones catabólicas y anabólicas como reactivo (hidrólisis) o producto (condensación, fotosíntesis).

Función termorreguladora

Estabiliza la temperatura corporal y celular, gracias a su calor específico y de vaporización.

Función mecánica o amortiguadora

Forma líquidos como el líquido cefalorraquídeo, líquido sinovial o líquido amniótico, que protegen órganos delicados frente a golpes o fricción.

Función de transporte

En animales: sangre, linfa y orina.

En plantas: savia bruta (agua + sales minerales), savia elaborada (agua + nutrientes).

Participación del agua en la fotólisis fotosintética

Una de las funciones biológicas más importantes del agua en los organismos fotosintéticos es su participación como fuente primaria de electrones durante la fase luminosa de la fotosíntesis, a través de un proceso llamado fotólisis del agua.

Este proceso ocurre exclusivamente en los tilacoides de los cloroplastos, en organismos eucariotas fotosintéticos (plantas, algas) y en cianobacterias.

¿Qué es la fotólisis del agua?

La fotólisis (del griego *photo* = luz y *lysis* = ruptura) es la ruptura de una molécula de agua mediante la energía luminosa, absorbida por la clorofila del fotosistema II.

Se trata de una reacción redox donde el agua se oxida, liberando:

- Electrones (e^-): que reponen los perdidos por la clorofila excitada del fotosistema II.
- Protones (H^+): que contribuyen a la creación de un gradiente electroquímico utilizado para generar ATP.
- Oxígeno molecular (O_2): que se libera como subproducto gaseoso al medio.

Importancia biológica y ecológica

- **Fuente de electrones:** permite que se inicie y mantenga el transporte electrónico fotosintético, esencial para la síntesis de ATP y NADPH en la fase luminosa.
- **Liberación de oxígeno:** es la única fuente significativa de oxígeno atmosférico libre (O_2) en el planeta, indispensable para la respiración aerobia.
- **Formación de gradiente de protones:** los H^+ generados se acumulan en el interior del tilacoide y participan en la síntesis de ATP mediante quimiosmosis.

3.4. INTERACCIÓN DEL AGUA CON SUSTANCIAS HIDROFÍLICAS, HIDROFÓBICAS Y ANFIPÁTICAS

El agua, debido a su estructura polar y capacidad para formar puentes de hidrógeno, actúa como un disolvente excelente para numerosas sustancias. Sin embargo, no todas las moléculas se comportan igual en presencia de agua. Según su afinidad por ella, las clasificamos en hidrofílicas, hidrofóbicas o anfipáticas, y esta distinción es esencial para comprender la organización molecular en los sistemas biológicos.

Sustancias hidrofílicas

El término hidrofílico proviene del griego y significa "afinidad por el agua". Las sustancias hidrofílicas son aquellas que: Tienen carga neta o grupos polares, capaces de establecer puentes de hidrógeno o interacciones electrostáticas con las moléculas de agua. Se disuelven fácilmente en medios acuosos.

Ejemplos:

- Iones como Na^+ , Cl^- , Ca^{2+}
- Moléculas polares: glucosa, aminoácidos, urea

Importancia biológica:

Estas sustancias forman la base del citoplasma celular y están implicadas en la mayoría de reacciones metabólicas.

Sustancias hidrofóbicas

Las sustancias hidrofóbicas son apolares y no pueden formar puentes de hidrógeno con el agua, por lo que no se disuelven en agua, tienden a agregarse entre sí.

El agua las "excluye" organizando su estructura alrededor de ellas → esto provoca el efecto hidrofóbico.

Ejemplos:

- Grasas neutras
- Aceites
- Colesterol
- Gases apolares como O_2 y CO_2

Importancia biológica:

Este comportamiento es clave en la formación de membranas biológicas, donde las colas lipídicas (apolares) se agrupan en el interior evitando el contacto con el agua.

Sustancias anfipáticas

Las moléculas anfipáticas (también llamadas anfifílicas) poseen una región hidrofílica y otra hidrofóbica:

- La parte hidrofílica suele contener grupos cargados o polares.
- La parte hidrofóbica es apolar, frecuentemente formada por cadenas hidrocarbonadas.

Ejemplos:

- Fosfolípidos (que forman las bicapas de las membranas)
- Ácidos biliares, detergentes naturales
- Algunas proteínas de membrana

Importancia biológica:

En medios acuosos, estas moléculas tienden a autoorganizarse formando estructuras como:

- Micelas (esferas con colas apolares hacia dentro)
- Bicapas lipídicas (base de las membranas celulares)
- Vesículas o liposomas

Este comportamiento es el fundamento fisicoquímico de la compartimentación celular.

Tabla 3.

Tipo de sustancia	Afinidad por el agua	Ejemplos biológicos	Comportamiento en agua
Hidrofílica	Alta	Glucosa, sales, aminoácidos	Se disuelve
Hidrofóbica	Nula o muy baja	Lípidos, esteroides	Se agrupa, no se disuelve
Anfipática	Parcial (ambas zonas)	Fosfolípidos, detergentes	Forma micelas, bicapas, etc.

4. Sales minerales

Las **sales minerales** son biomoléculas inorgánicas compuestas por cationes y aniones unidos mediante enlaces iónicos. Su presencia en los seres vivos, tanto en forma sólida como disuelta, es **imprescindible para funciones estructurales, fisiológicas y bioquímicas**. Aunque representan un **porcentaje pequeño en masa total (alrededor del 5 %)**, su papel es esencial en el mantenimiento de la vida.

4.1. SALES EN ESTADO SÓLIDO

Las **sales minerales sólidas** se encuentran **precipitadas e insolubles** en agua. Forman parte de estructuras biológicas con funciones de **soporte, protección y reserva mineral**. Se organizan en **cristales** o depósitos específicos y son especialmente abundantes en animales vertebrados e invertebrados, así como en algunas algas y protozoos.

Ejemplos y funciones:

- **Fosfato cálcico ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$)** → Componente principal de **huesos y dientes**. Se deposita como **cristales de hidroxiapatita** sobre una matriz de colágeno. Proporciona dureza y resistencia mecánica.
- **Carbonato cálcico (CaCO_3)** → Forma el **exoesqueleto** de moluscos, equinodermos y corales.
- **Sílice (SiO_2)** → Constituye estructuras protectoras en **diatomeas y espículas de esponjas silíceas**.

Estas sales cumplen funciones **estructurales** y, en algunos casos, **de reserva mineral**, actuando como almacén dinámico de iones (Ca^{2+} , PO_4^{3-}), regulados hormonalmente (p. ej. parathormona y calcitonina).

4.2. SALES EN DISOLUCIÓN

Las sales disueltas se encuentran en los medios acuosos celulares (medio intracelular y extracelular), en forma de iones hidratados. Se disocian completamente, liberando cationes y aniones, que intervienen en procesos vitales.

Principales iones presentes en el organismo:

Cationes:

- **Na^+** (sodio): regula la presión osmótica y participa en el impulso nervioso.
- **K^+** (potasio): fundamental en la excitabilidad de membranas y la contracción muscular.
- **Ca^{2+}** (calcio): esencial para la coagulación, contracción muscular, transmisión sináptica.
- **Mg^{2+}** (magnesio): cofactor de enzimas (ADN polimerasa, ATPPasas), estabiliza el ATP.
- **Fe^{2+} / Fe^{3+}** (hierro): transporte de oxígeno (grupo hemo) y enzimología redox.

Aniones:

- **Cl^-** (cloruro): equilibra cargas eléctricas, producción de HCl gástrico.
- **HCO_3^-** (bicarbonato): sistema tampón extracelular, mantiene pH sanguíneo.
- **HPO_4^{2-} / PO_4^{3-}** (fosfato): componente del ATP, ácidos nucleicos y sistema tampón intracelular.
- **SO_4^{2-}** (sulfato): síntesis de aminoácidos azufrados y mucopolisacáridos.

4.3. FUNCIONES DE LAS SALES MINERALES

Las sales minerales cumplen múltiples funciones biológicas. Según su estado (sólido o disuelto), predominan unas u otras:

Función estructural

- Sales sólidas forman estructuras duras y resistentes:
- Huesos, dientes, exoesqueletos, espículas.
- Proporcionan soporte mecánico y protección frente a lesiones o depredadores.

Función osmótica

- Regulan el equilibrio hídrico de las células controlando la presión osmótica.
- La concentración relativa de Na^+ y K^+ permite mantener el volumen celular.

Función tampón o reguladora del pH

Participan en sistemas amortiguadores, como el bicarbonato (extracelular) y el fosfato (intracelular), que neutralizan cambios en el pH.

Función catalítica y enzimática

Muchos iones minerales son cofactores enzimáticos:

- Mg^{2+} en enzimas que utilizan ATP
- Zn^{2+} en anhidrasa carbónica
- Cu^{2+} en citocromo c oxidasa

Función en la transmisión nerviosa y contracción muscular

- Na^+/K^+ : creación del potencial de membrana.
- Ca^{2+} : liberación de neurotransmisores, activación de proteínas contráctiles (actina-miosina).

Función transportadora

- El hierro (Fe^{2+}) permite el transporte de oxígeno unido a la hemoglobina.
- Cofactores como el fosfato forman parte de moléculas energéticas (ATP, NADP^+ , etc.).

4.4. DISPERSIONES ACUOSAS: TIPOS Y FENÓMENOS DE TRANSPORTE

Las **dispersiones acuosas** son sistemas en los que **una sustancia (sólido)** está dispersa en **agua (disolvente)**. Según el tamaño de las partículas dispersas, se distinguen tres tipos fundamentales:

Disoluciones verdaderas

Las partículas del soluto (iones o moléculas pequeñas) tienen **tamaño inferior a 1 nm**.

Forman un **sistema homogéneo**, transparente, sin sedimentación.

Ejemplo: NaCl disuelto en agua, glucosa en sangre.

Son **termodinámicamente estables** y **difunden fácilmente** a través de membranas semipermeables.

Dispersión coloidal (coloides)

Las partículas tienen un tamaño intermedio: **1–1000 nm**.

El sistema parece homogéneo a simple vista, pero no lo es al microscopio.

Presentan **efecto Tyndall** (dispersión de la luz).

Son **relativamente estables** pero no atraviesan membranas celulares ni filtros finos.

Ejemplos biológicos:

- Citoplasma celular (fase coloidal)
- Albumina en plasma
- Geles extracelulares (mucopolisacáridos)

Suspensiones

Las partículas son mayores de 1000 nm.

Forman **sistemas heterogéneos** con sedimentación espontánea.

No son biológicamente funcionales salvo en condiciones patológicas.

Ejemplo: suspensión de células sanguíneas en plasma.

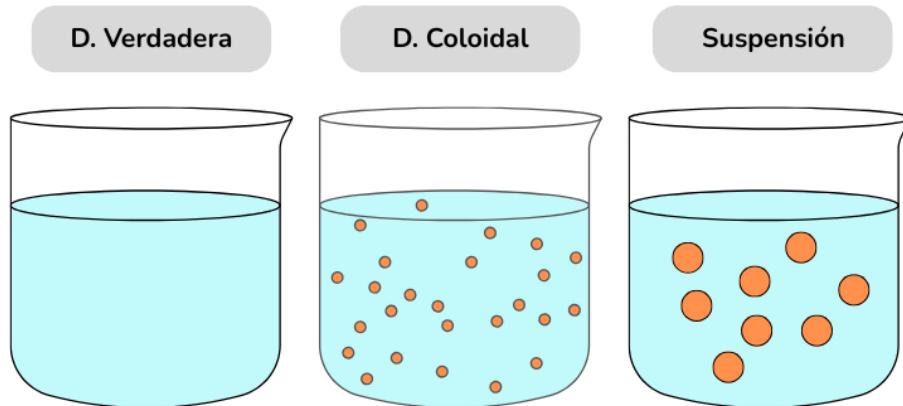


Figura 5. Clasificación de dispersiones acuosas.

Micelas

Agregados de **moléculas anfipáticas** (con zona polar y apolar), como jabones o fosfolípidos. En medios acuosos, se organizan espontáneamente para **ocultar las zonas hidrófobas** en el interior.

Son fundamentales para:

- Emulsión de lípidos (sales biliares)
- Transporte de grasas
- Formación de membranas celulares

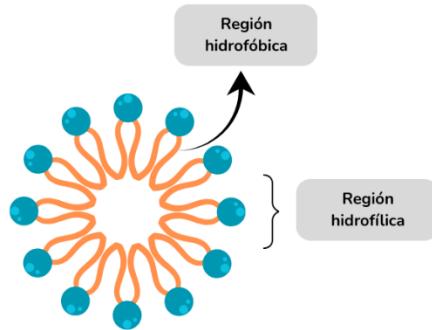


Figura 6. Micela

4.5. EQUILIBRIO OSMÓTICO Y TONICIDAD

El equilibrio osmótico es fundamental para la supervivencia celular. Está determinado por el movimiento del agua a través de membranas semipermeables, regulando el volumen celular.

Ósmosis

La **ósmosis** es el proceso físico por el cual las **moléculas de agua (disolvente)** atraviesan una **membrana semipermeable**, desde una disolución de **menor concentración de solutos** (más diluida o **hipotónica**) hacia otra con **mayor concentración de solutos** (más concentrada o **hipertónica**).

Este movimiento del agua se produce hasta que se alcanza un **equilibrio de potencial químico** (igual presión osmótica a ambos lados de la membrana).

Características fundamentales

- **Membrana semipermeable:** permite el paso del agua pero no de los solutos disueltos.
- **Movimiento pasivo:** no requiere energía (a diferencia del transporte activo).
- El agua se desplaza siguiendo su **gradiente de concentración**, no el de los solutos.
- El flujo de agua genera una **presión osmótica**, que puede modificar el **volumen celular**.

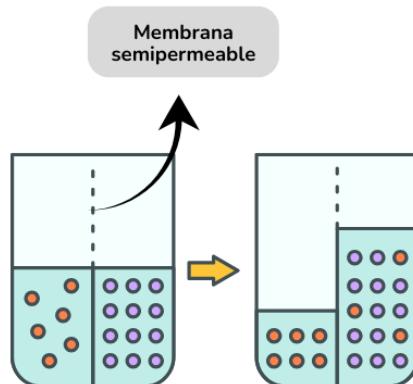


Figura 7. Ósmosis

Importancia biológica de la ósmosis

La ósmosis es un proceso **vital para mantener la homeostasis hídrica** en las células y tejidos. Dependiendo del medio externo, se producen diferentes consecuencias celulares:

Tabla 4.

Medio externo	Tipo de solución	Efecto sobre la célula animal	Efecto sobre la célula vegetal
Menor concentración de solutos	Hipotónica	Entrada de agua → lisis osmótica (explosión)	Entrada de agua → turgencia (estado óptimo)
Igual concentración de solutos	Isotónica	No hay flujo neto de agua → volumen estable	No hay turgencia → estado flácido
Mayor concentración de solutos	Hipertónica	Salida de agua → crenación (encogimiento)	Salida de agua → plasmólisis (membrana se separa de la pared)

Ejemplos fisiológicos relevantes

- Absorción radicular de agua en plantas: por ósmosis desde el suelo hacia las células de la raíz.
- Reabsorción renal de agua en los túbulos renales: regulada osmóticamente por la hormona ADH.
- Edemas y deshidratación celular: desequilibrios osmóticos por alteraciones en la concentración de sales.
- Sistemas de perfusión médica: sueros isotónicos evitan cambios drásticos de volumen en células sanguíneas.

Relación con la presión osmótica:

La presión osmótica es la presión necesaria para detener el flujo de agua por ósmosis. Cuanto mayor es la concentración de solutos en una disolución, mayor es su presión osmótica. Es una propiedad coligativa, es decir, depende exclusivamente del número de partículas disueltas, no de su naturaleza.

5. Sistemas amortiguadores o tampones

Los **sistemas amortiguadores** o **sistemas tampón** son **pares químicos** que permiten mantener **constante el pH** del medio biológico, **neutralizando pequeñas adiciones de ácidos o bases**. Son fundamentales para garantizar la **homeostasis celular** y la actividad enzimática, ya que **muchas proteínas y enzimas solo funcionan en rangos de pH estrechos**.

Una alteración significativa del pH podría provocar la **desnaturalización de proteínas**, la **inhibición enzimática** o incluso la **muerte celular**.

5.1. CONCEPTO Y FUNCIONAMIENTO

Un sistema tampón está compuesto por:

- Un **ácido débil (HA)** capaz de ceder protones (H^+).
- Su **base conjugada (A^-)**, que puede captar protones del medio.

El equilibrio ácido-base se representa así: $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$

Cuando se añade un ácido (H^+) o una base (OH^-), el sistema reacciona para **neutralizarla sin alterar el pH**:

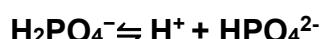
Si se añade H^+ : la base conjugada A^- lo capta → se convierte en HA.

Si se añade OH^- : el ácido HA dona un H^+ → se neutraliza el OH^- formando agua.

5.2. TAMPÓN FOSFATO ($H_2PO_4^-$ / HPO_4^{2-})

Composición:

- Ácido: **dihidrógeno fosfato** ($H_2PO_4^-$)
- Base conjugada: **monohidrógeno fosfato** (HPO_4^{2-})



Función biológica:

Principal sistema tampón en el **medio intracelular** y en el **Líquido tubular renal**.

Eficaz en rangos de pH cercanos a su $pK_a \approx 7,2$, ideal para mantener el pH celular (~7,0). Contribuye a neutralizar ácidos generados en el metabolismo celular (como el ácido láctico).

Ejemplo:

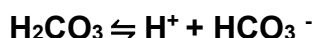
Cuando una célula produce ácido láctico, libera H^+ . El HPO_4^{2-} lo capta y se transforma en $H_2PO_4^-$, evitando así la acidificación del medio.

5.3. TAMPÓN BICARBONATO (H_2CO_3 / HCO_3^-)

Composición:

Ácido: ácido carbónico (H_2CO_3)

Base conjugada: bicarbonato (HCO_3^-)



Pero el ácido carbónico es un sistema dinámico:



Función biológica:

Principal sistema tampón del plasma sanguíneo y del líquido extracelular. Su eficacia está relacionada con el control del CO₂ respiratorio y la excreción renal de HCO₃⁻. Mantiene el pH sanguíneo en torno a 7,4. Permite una respuesta fisiológica inmediata y otra compensadora (respiratoria/renal).

Ejemplo de acción:

- Si se añade un ácido (H⁺): el bicarbonato lo neutraliza → forma H₂CO₃ → se descompone en CO₂ (que se elimina por los pulmones).
- Si se añade una base (OH⁻): el H₂CO₃ dona un H⁺ → neutraliza el OH⁻ → el equilibrio se desplaza para reponer H₂CO₃.

Tabla 5.

Característica	Tampón fosfato	Tampón bicarbonato
Localización principal	Intracelular, riñón	Extracelular, plasma
pKa	7,2	6,1 (pero eficaz por el control del CO ₂)
Excreción	Renal (HPO ₄ ²⁻ en orina)	Pulmonar (CO ₂) + renal (HCO ₃ ⁻)
Capacidad reguladora	Alta en células	Alta en sangre y tejidos

Relevancia clínica y fisiológica

- El equilibrio ácido-base es tan vital que el organismo cuenta con múltiples mecanismos de compensación:
- Pulmonar: controla el CO₂ (ácido volátil).
- Renal: excreta H⁺, reabsorbe HCO₃⁻.
- Alteraciones en estos sistemas provocan acidosis o alcalosis metabólica o respiratoria.

6. Sistemas amortiguadores o tampones

6.1. EL PH COMO REGULADOR QUÍMICO DEL ENTORNO

El pH mide la concentración de iones hidrógeno (H⁺) en una disolución acuosa, y determina su grado de acidez o basicidad:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

- pH < 7: medio ácido
- pH = 7: medio neutro
- pH > 7: medio básico o alcalino

Este parámetro es crítico para la vida, ya que muchas reacciones bioquímicas, incluyendo las enzimáticas y de transporte, dependen de un pH óptimo.

6.2. SOLUBILIDAD DE SUSTANCIAS EN FUNCIÓN DEL PH

La solubilidad de una sustancia se define como la cantidad máxima que puede disolverse en un disolvente (como el agua), formando una disolución homogénea.

El pH influye directamente en la solubilidad de muchas moléculas biológicas, especialmente aquellas que contienen grupos funcionales ionizables ($-\text{COOH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$, etc.), como aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos o ciertos iones metálicos.

¿Cómo actúa el pH?

- **A pH ácido (bajo):** se favorece la protonación de grupos funcionales → algunas sustancias se vuelven menos polares → disminuye su solubilidad en agua.
- **A pH básico (alto):** se produce la desprotonación → las moléculas se cargan negativamente → aumenta su solubilidad acuosa (por mayor interacción con el disolvente polar).

Preguntas cortas y preguntas competenciales

PAU - 2026

PREGUNTA 1

Concepto y tipos de bioelementos. Indique un ejemplo de cada tipo.

PREGUNTA 2

Explique dos funciones del agua en los seres vivos.

PREGUNTA 3

Aunque la tabla periódica consta de 118 elementos químicos (contando los sintéticos), solo unos 70 de ellos son constituyentes de la materia viva.

- a. ¿Qué diferencia hay entre bioelementos primarios y secundarios?
- b. Indique DOS ejemplos de cada uno de ellos.
- c. Defina oligoelemento

PREGUNTA 4

Indique tres propiedades del agua y relaciónelas con su función en los organismos.

PREGUNTA 5

Explique qué son los bioelementos y cómo se clasifican. De un ejemplo de cada uno.

PREGUNTA 7

Explique qué es la ósmosis y cómo pueden ser dos soluciones según su concentración.

PREGUNTA 8

Explique qué es un sistema amortiguador o tampón y para qué sirve.

PREGUNTA COMPETENCIAL 1

Un paciente acude al médico refiriendo cansancio extremo y palidez. Tras una analítica, se le diagnostica anemia por falta de un elemento que actúa en el transporte de oxígeno. Al mismo tiempo, se le recomienda aumentar el consumo de lácteos para prevenir la desmineralización de sus huesos.

- a) Identifique los dos bioelementos a los que se refiere el texto y clasifíquelos según su abundancia en los seres vivos.
- b) Explique la función biológica específica del primero de ellos mencionando en qué molécula orgánica se localiza.
- c) El calcio es un bioelemento secundario. Mencione dos funciones fisiológicas que cumpla este elemento cuando se encuentra en forma de ion disuelto en lugar de sal precipitada.

PREGUNTA COMPETENCIAL 2

Los organismos homeotermos (como los humanos) utilizamos la sudoración para evitar un golpe de calor durante el ejercicio intenso. Al mismo tiempo, grandes masas de agua, como los océanos, tardan mucho tiempo en calentar o enfriar su temperatura, actuando como reguladores climáticos.

- a) ¿Qué propiedad físico-química del agua permite que el sudor enfríe el cuerpo al evaporarse? Explique cómo ocurre este proceso a nivel molecular.
- b) Defina el calor específico del agua y razone por qué esta propiedad es fundamental para que la temperatura interna de una célula no cambie bruscamente ante un incendio o un ambiente gélido.
- c) ¿Qué tipo de enlace químico intermolecular es el responsable de que el agua necesite tanta energía para cambiar su temperatura? Describa brevemente cómo se forma dicho enlace.

PREGUNTA COMPETENCIAL 3

Desde la antigüedad, la salazón (cubrir alimentos con sal común o NaCl) ha sido una técnica para conservar carnes y pescados sin refrigeración. Se sabe que las bacterias que intentan colonizar estos alimentos mueren rápidamente al entrar en contacto con el medio salino.

- a) Explique el proceso de ósmosis y defina cuándo un medio es considerado hipertónico con respecto al interior de una célula.
- b) Razone qué les sucede a las bacterias en el salazón utilizando el término correcto para el efecto observado en sus células. ¿Ocurriría lo mismo en una célula vegetal?
- c) En medicina, se utilizan sueros para rehidratar pacientes. ¿Qué tipo de solución (tonicidad) debe tener este suero para que los glóbulos rojos no sufran una lisis osmótica? Explique qué es la lisis.

PREGUNTA COMPETENCIAL 4

El agua constituye el medio en el que se producen casi todas las reacciones del metabolismo. Sin embargo, la estructura de las membranas celulares depende de que algunas biomoléculas "huyen" del contacto con el agua.

- a) Explique por qué la molécula de agua es un dipolo. Relacione esta polaridad con su capacidad para disolver sales minerales.
- b) Defina qué es una sustancia anfipática. Cite un ejemplo biológico y explique qué estructuras forman estas moléculas de manera espontánea en contacto con el agua.
- c) ¿Qué diferencia hay entre una disolución verdadera y una dispersión coloidal en cuanto al tamaño de sus partículas? Ponga un ejemplo biológico de cada una.

PREGUNTA COMPETENCIAL 5

Durante una carrera de larga distancia, el metabolismo muscular genera sustancias que podrían acidificar la sangre. Sin embargo, el pH sanguíneo se mantiene estable en torno a 7,4 gracias a mecanismos químicos inmediatos.

- a) ¿Cómo se denominan los sistemas que neutralizan cambios de pH en los seres vivos?
³⁰Explique de qué dos componentes (par químico) están formados.
- b) Escriba la reacción del tampón bicarbonato y señale en qué parte del organismo (intra o extracelular) es más eficaz.
- c) Si el pH de la sangre bajara de forma drástica, ¿qué consecuencias tendría para las proteínas y enzimas del cuerpo? Razone su respuesta basándose en la homeostasis.

RESPUESTAS DE LAS PREGUNTAS COMPETENCIALES

RESPUESTA COMPETENCIAL 1

a) Identifique los dos bioelementos a los que se refiere el texto y clasifíquelos según su abundancia.

- Hierro (Fe): Es un oligoelemento esencial (se encuentra en proporciones inferiores al 0,1 % pero es imprescindible).
- Calcio (Ca): Es un bioelemento secundario (representa aproximadamente el 4,5 % de la masa total).

b) Explique la función biológica específica del primero de ellos mencionando en qué molécula orgánica se localiza. El Hierro (Fe) es un componente fundamental de la hemoglobina (localizada en los glóbulos rojos). Su función es el transporte de oxígeno desde los pulmones a los tejidos y la participación en reacciones redox celulares (citocromos).

c) Mencione dos funciones fisiológicas del calcio cuando se encuentra en forma de ion disuelto (Ca^{2+}). Según el apartado 1.2 de los apuntes, el calcio disuelto interviene en:

1. La contracción muscular.
2. La coagulación sanguínea.
3. La señalización celular (transmisión sináptica).

RESPUESTA COMPETENCIAL 2

a) ¿Qué propiedad físico-química del agua permite que el sudor enfríe el cuerpo? Explique el proceso.

Se debe al elevado calor de vaporización. Para pasar de líquido a vapor, el agua necesita absorber grandes cantidades de energía. Al evaporarse el sudor sobre la piel, el agua extrae el calor del cuerpo para romper los puentes de hidrógeno, consiguiendo así enfriarlo.

b) Defina el calor específico del agua y rzone su importancia para la homeostasis térmica. El elevado calor específico es la propiedad por la cual el agua necesita mucha energía para aumentar su temperatura. Esto se debe a que parte de esa energía se emplea en romper los puentes de hidrógeno. Actúa como un termorregulador, evitando cambios bruscos de temperatura interna frente a variaciones externas.

c) ¿Qué tipo de enlace químico es el responsable de estas propiedades? Descríbalo. El responsable es el puente de hidrógeno. Es una interacción débil que se produce entre un átomo de hidrógeno (con carga parcial positiva) de una molécula de agua y el átomo de oxígeno (con carga parcial negativa y muy electronegativo) de una molécula vecina.

RESPUESTA COMPETENCIAL 3

a) Explique el proceso de ósmosis y defina cuándo un medio es hipertónico.

La ósmosis es el movimiento pasivo del agua a través de una membrana semipermeable desde una disolución más diluida (hipotónica) hacia una más concentrada (hipertónica). Un medio es hipertónico cuando tiene una mayor concentración de solutos que el interior celular.

b) Razone qué les sucede a las bacterias en el salazón y compare con una célula vegetal.

En la salazón (medio hipertónico), el agua sale de la bacteria por ósmosis, provocando su deshidratación y muerte (crenación o encogimiento). En una célula vegetal, ocurriría la plasmólisis: la membrana se separa de la pared celular al salir el agua de la vacuola, aunque la célula mantiene su forma externa gracias a la pared.

c) ¿Qué tipo de solución debe tener un suero médico? Explique qué es la lisis.

RESPUESTA COMPETENCIAL 4

a) Explique por qué la molécula de agua es un dipolo.

Debido a la diferencia de electronegatividad entre el Oxígeno y el Hidrógeno. El oxígeno atrae más los electrones, generando una zona de densidad de carga negativa y dos zonas positivas en los hidrógenos. Al tener una geometría angular (104,5°), estas cargas no se anulan, creando un dipolo eléctrico.

b) Defina sustancia anfipática y explique qué estructuras forman en agua.

Una sustancia anfipática posee una región hidrofílica (polar) y otra hidrofóbica (apolar). En medios acuosos, se autoorganizan formando micelas (esferas con colas hacia dentro) o bicapas lipídicas (base de las membranas celulares), ocultando las zonas apolares del agua.

c) ¿Qué diferencia hay entre una disolución verdadera y una dispersión coloidal?

La diferencia radica en el tamaño de las partículas:

- Disolución verdadera: Partículas < 1 nm (ej: NaCl o glucosa en sangre).
- Dispersión coloidal: Partículas entre 1 y 1000 nm (ej: Albúmina en plasma o el citoplasma celular).

RESPUESTA COMPETENCIAL 5

a) ¿Cómo se denominan estos sistemas y de qué componentes están formados?

Se denominan sistemas amortiguadores o tampones. Están compuestos por un ácido débil (capaz de ceder protones H^+) y su base conjugada (capaz de captarlos).

b) Escriba la reacción del tampón bicarbonato y señale su localización.



Es el principal sistema tampón del plasma sanguíneo y del líquido extracelular.

c) ¿Qué consecuencias tendría una bajada drástica del pH para las proteínas?

Provocaría la desnaturalización de las proteínas y la inhibición enzimática. Al alterarse el pH, cambian las cargas de los grupos funcionales, rompiendo los enlaces que mantienen la estructura tridimensional de la proteína, lo que conlleva la pérdida de su función biológica y riesgo para la vida celular.