

Índice

PAU junio 2008	252
Resolución PAU junio 2008	254
PAU septiembre 2007	263
Resolución PAU septiembre 2007	265
PAU junio 2007	276
Resolución PAU junio 2007	278

Información extraída de la página web de la Universidad Politécnica de Valencia:

<http://www.upv.es>

Criterios generales:

El examen constará de cuatro bloques de preguntas. El alumno deberá elegir una pregunta A o B de cada uno de los bloques propuestos.

Cada pregunta se referirá a un tema de los propuestos en el temario, y contendrá diversas cuestiones que requerirán del estudiante respuestas cortas. El planteamiento de esas preguntas podrá basarse en un texto corto, dibujo, esquemas y representaciones gráficas.

Algunas de estas cuestiones requerirán el conocimiento y comprensión de los conceptos, otras requerirán la comprensión de los procesos científicos, y otras, la comprensión de la aplicación de los conocimientos científicos.

La valoración de las preguntas se hará asignando 10 puntos a cada pregunta y el total se dividirá por 4.

El tiempo máximo para la realización del ejercicio será de 90 minutos.

Bloque 1

OPCIÓN A. LOS COMPONENTES QUÍMICOS DE LA CÉLULA

1. Concepto y clasificación de monosacáridos. (3 puntos)
2. ¿Cómo se produce la formación de un disacárido? ¿Y su hidrólisis? (3 puntos)
3. Algunos polisacáridos tienen función energética; otros, estructural. Pon un ejemplo de cada caso en animales y vegetales, y señala sus características. (4 puntos)

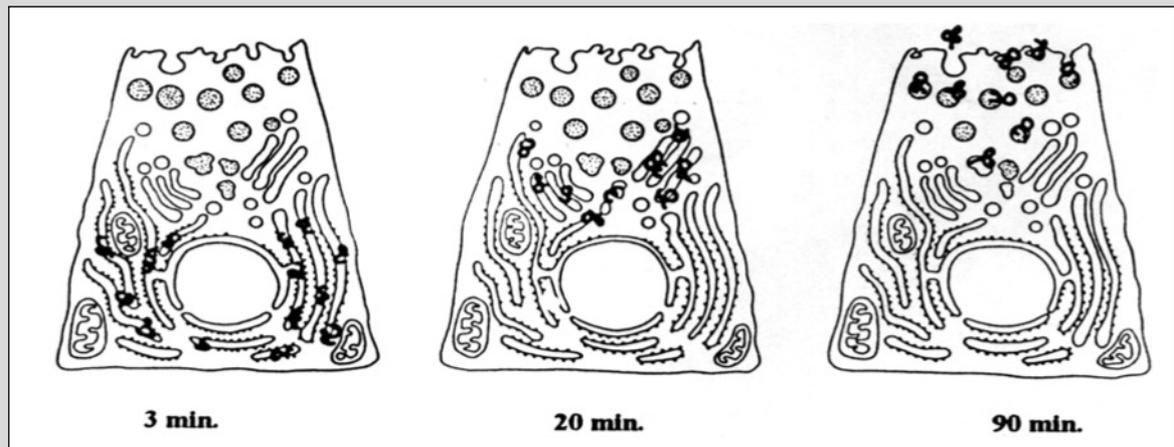
OPCIÓN B. LA CÉLULA: UNIDAD DE ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

1. Cita los orgánulos y estructuras que son exclusivos de las células eucarióticas vegetales y comenta sus funciones más importantes. (4 puntos)
2. Explica la estructura y la función del retículo endoplasmático liso (REL). (3 puntos)
3. Cita los componentes del citoesqueleto y explica su función en:
 - a) El movimiento de cilios y flagelos, b) la formación del huso mitótico, y c) la contracción muscular.

Bloque 2

OPCIÓN A. LA MEMBRANA PLASMÁTICA, EL VACUOMA Y LA DIGESTIÓN CELULAR

Este esquema corresponde a una célula pancreática secretora de enzimas digestivas a la que se ha añadido un aminoácido marcado radiativamente (leucina tritiada). Después, a diferentes tiempos (3, 20 y 90 minutos) se examina el lugar donde aparece la marca radiativa (&). Los resultados vienen reflejados en la figura.



1. Identifica todos los orgánulos que aparecen en la figura. (3 puntos)
2. Interpreta los resultados obtenidos en el experimento haciendo referencia a los orgánulos donde se encuentra el marcaje a diferentes tiempos. (4 puntos)
3. ¿Qué mecanismo utiliza la célula para liberar el producto de secreción? Explícalo. (3 puntos)

OPCIÓN B. EL NÚCLEO. ESTRUCTURA DE INFORMACIÓN

1. Explica la estructura y la composición del núcleo interfásico. (4 puntos)
2. Señala las características del cromosoma metafásico. (3 puntos)
3. ¿Cuál es la función del nucleolo? (3 puntos)

Bloque 3**OPCIÓN A. EL CITOSOL Y LOS ORGÁNULOS CITOPLASMÁTICOS: EL METABOLISMO**

1. Define los conceptos de anabolismo y de catabolismo. Pon un ejemplo de cada uno. (4 puntos)
2. Cita las propiedades que permiten considerar a las enzimas como catalizadores. (3 puntos)
3. Factores que afectan a la actividad enzimática. Explícalos. (3 puntos)

OPCIÓN B. EL CITOSOL Y LOS ORGÁNULOS CITOPLASMÁTICOS: EL METABOLISMO

1. Explica la estructura del cloroplasto. (4 puntos)
2. ¿Qué compuestos se sintetizan en la fase luminosa de la fotosíntesis? Cita el proceso que produce la fijación del CO₂? Indica la localización intracelular de ambos procesos. (3 puntos)
3. Explica qué factores afectan al rendimiento de la fotosíntesis. (3 puntos)

Bloque 4**OPCIÓN A. GENÉTICA MOLECULAR**

1. Define los siguientes conceptos: a) plasmidio, b) agente mutagénico, c) mutación. (3 puntos)
2. Explica en qué consiste la recombinación genética en eucariotas. ¿Cuál es su importancia en el proceso evolutivo? (4 puntos)
3. ¿Qué mecanismos pueden utilizar las bacterias para intercambiar sus genes? Explícalos brevemente. (3 puntos)

OPCIÓN B. LOS MICROORGANISMOS. LA INFECCIÓN Y LA INMUNIDAD

1. Define los siguientes conceptos: (3 puntos) a) antígeno, b) inmunoglobulina, c) autoinmunidad.
2. El virus del sida infecta linfocitos T4, provocando a la larga su destrucción ¿Qué consecuencias traerá para el individuo la infección por el virus? Razona la respuesta. (4 puntos)
3. Cita tres ejemplos de microorganismos patógenos indicando en cada caso: (3 puntos)
1) El tipo de microorganismo; 2) La enfermedad que produce; 3) La vía de contagio

Bloque 1

OPCIÓN A. LOS COMPONENTES QUÍMICOS DE LA CÉLULA

1. Los monosacáridos u osas son los glúcidos más sencillos. Su fórmula general es $C_nH_{2n}O_n$, donde n corresponde al número de carbonos, que en los monosacáridos varía entre 3 y 8, siendo los más importantes los de 3, 5 y 6 átomos de carbono.

Desde el punto de vista químico son polihidroxicarbonos o polihidroxicetonas; es decir, moléculas que poseen varios grupos hidroxilos ($-OH$) con un grupo carbonilo ($C=O$), que puede ser aldehído o cetona.

Clasificación

Si el grupo carbonilo es un aldehído, es decir, está en posición terminal en la cadena (carbono número 1), el monosacárido se denomina **aldosa**.

Si el grupo carbonilo está unido a un carbono interior de la cadena (diferente al número 1) es una cetona, y el monosacárido es una **cetosa**.

Los monosacáridos se nombran anteponiendo el prefijo *aldo* o *ceto* al número de carbonos que tiene la molécula, seguido de la terminación *-osa*. Por ejemplo, un monosacárido de cinco átomos de carbono puede ser:

- Aldopentosa, si el grupo funcional es un aldehído
- Cetopentosa, si el grupo funcional es una cetona.

Así, los monosacáridos más importantes son:

- **Triosas.** $C_3H_6O_3$. Formadas por tres átomos de carbono. Hay dos tipos de triosas: las aldotriosas (gliceraldehído) y las cetotriosas (dihidroxiacetona).
- **Tetrosas.** $C_4H_8O_4$. Formadas por cuatro átomos de carbono. Pueden ser aldotetrosas (como la treosa y la eritrosa) y cetotetrosas (como la eritrolosa).
- **Pentosas.** $C_5H_{10}O_5$. Formadas por cinco átomos de carbono. Pueden ser aldopentosas (como la ribosa, xilosa o arabinosa) y cetopentosas (como la ribulosa).
- **Hexosas.** $C_6H_{12}O_6$. Formadas por seis átomos de carbono. Pueden ser aldohexosas (glucosa, galactosa, manosa, etc.) y cetohexosas (como la fructosa).

La presencia en la molécula de carbonos asimétricos permite que en cada tipo de monosacárido haya diferentes isómeros ópticos.

2. Un disacárido resulta de la unión de dos monosacáridos mediante enlace O-glucosídico. El enlace O-glucosídico se establece entre dos grupos hidroxilo ($-OH$) de diferentes monosacáridos. Se produce así la liberación de una molécula de agua y la unión de los dos monosacáridos por el oxígeno de uno de los grupos implicados en dicho enlace.

Si en el enlace interviene el hidroxilo del carbono anomérico del primer monosacárido y otro grupo hidroxilo del segundo monosacárido, el enlace será monocarbonílico.

Si el enlace se establece entre los dos carbonos anoméricos de los dos monosacáridos, el enlace será dicarbonílico.

La hidrólisis de un enlace glucosídico se lleva a cabo mediante la disociación de una molécula de agua del medio. El hidrógeno del agua se une al oxígeno del extremo de una de las moléculas de azúcar; el OH se une al carbono libre del otro residuo de azúcar. El resultado de esta reacción es la liberación de los dos monosacáridos.

3. **Polisacáridos con función de reserva:**

En animales: glucógeno.

En vegetales: almidón.

Polisacáridos con función estructural:

En animales: quitina.

En vegetales: celulosa.

El **glucógeno** es un polímero de α -D-glucopiranosas unidas por enlaces α (1 \rightarrow 4) con ramificaciones muy abundantes (cada 8 o 12 glucosas) en posición α (1 – 6). Se almacena en forma de gránulos

en el hígado y músculo esquelético, donde se hidroliza con facilidad. Forma dispersiones coloidales en el interior de la célula.

El **almidón** se acumula en forma de gránulos densos dentro de la célula vegetal, en el interior de los plastos (amiloplastos). El almidón se compone en realidad de dos moléculas: la amilosa y la amilopectina.

La amilosa está formada por largas cadenas sin ramificar de α -D-glucopiranosas unidas mediante enlaces (1 \rightarrow 4) dispuestas en forma de hélice.

La amilopectina también está constituida por α -D-glucopiranosas unidas mediante enlaces (1 \rightarrow 4) y enlaces (1 \rightarrow 6) que originan ramificaciones cada doce glucosas.

La **celulosa** es un polisacárido con función estructural de los vegetales. Es el constituyente principal de las paredes de las células vegetales. Se trata de un polímero lineal de β -D-glucopiranosas, con enlaces (1 \rightarrow 4) formados por largas cadenas sin ramificar. Entre las glucosas de una misma cadena se establecen puentes de hidrógeno intracatenarios. Varias cadenas lineales se disponen en paralelo, y se mantienen unidas unas a otras mediante enlaces intercatenarios, lo que confiere gran resistencia y estabilidad a la celulosa. La unión de varias cadenas de celulosa forma micelas de celulosa. La agrupación de 20 a 30 micelas da lugar a microfibrillas. Estas se unen para formar microfibrillas, que a su vez se agrupan formando fibras, observables a simple vista.

La **quitina** es un polímero de N-acetil-D-glucosamina unido mediante enlaces β (1 \rightarrow 4) de forma parecida a la celulosa. Como ella, forma cadenas paralelas, lo que le confiere gran resistencia y dureza. Es el componente esencial del exoesqueleto de artrópodos y de las paredes celulares de los hongos. En los crustáceos se encuentra impregnada de carbonato de calcio, lo que aumenta su dureza.

OPCIÓN B. LA CÉLULA: UNIDAD DE ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

1. Los orgánulos y estructuras exclusivos de las células vegetales son:

- Cloroplastos.
- Pared celular.

Las vacuolas no son orgánulos exclusivos de las células vegetales, ya que también las poseen las células animales, pero son más pequeñas y ocupan un menor contenido celular.

Cloroplastos

En los cloroplastos tiene lugar la fotosíntesis, proceso en el que se transforma la **energía luminosa** en **energía química**, almacenada en moléculas ATP y moléculas reductoras (**NADPH**), que se utilizarán posteriormente para sintetizar moléculas orgánicas.

Los cloroplastos son orgánulos con forma de disco, de entre 4 y 6 μ m de diámetro y 10 μ m o más de longitud. Cada cloroplasto está recubierto por una membrana doble: **membrana externa** y **membrana interna**, separadas por un **espacio intermembranoso**. La externa es muy permeable, y posee un gran número de proteínas permeadas. Ambas membranas carecen de clorofila y colesterol.

En el interior del cloroplasto, delimitado por la membrana, hay una cámara que contiene un medio interno, denominado **estroma**, que posee ADN plastidial, circular y de doble cadena; platorribosomas 70S, distintos de los de los ribosomas del citoplasma, pero iguales a los de las bacterias; enzimas, inclusiones de granos de almidón e inclusiones lipídicas.

En el interior del estroma se visualizan una serie de sáculos aplastados, que reciben el nombre de **tilacoides** o **lamelas**, que contienen pigmentos fotosintéticos en sus membranas. Algunos tilacoides se apilan formando grupos, denominados **grana**, mientras que otros atraviesan el estroma. En la membrana de los grana se ubican los sistemas enzimáticos encargados de captar la energía luminosa, efectuar el transporte de electrones y formar ATP.

Además de la fotosíntesis, otras funciones que se llevan a cabo en los cloroplastos son la biosíntesis de ácidos grasos, la asimilación de nitratos y nitritos, y la síntesis de proteínas del cloroplasto.

Pared celular

La pared celular es una envoltura rígida y gruesa que rodea a las células vegetales. Se constituye de una red de fibras de celulosa, dispuestas en sucesivas capas, y una matriz, en la que hay agua, sales minerales, pectinas, hemicelulosa, etc. La matriz puede impregnarse de diferentes sustancias, como lignina (confiere rigidez a la pared), suberina y cutina (impermeabilizan las paredes de las células que

forman los tejidos protectores) o carbonato de calcio y sílice (dan rigidez a la epidermis de muchas hojas).

Una pared recién formada se constituye de dos capas: la lámina media y la pared primaria. Cuando la célula está diferenciada y deja de dividirse, se puede diferenciar una tercera capa: la pared secundaria.

Lámina media. Es la capa más externa y la primera en formarse. Puede ser compartida por las células adyacentes. Presenta puentes de intercomunicación entre las células vecinas, denominados plasmodesmos. Se compone fundamentalmente de pectinas y proteínas.

Pared primaria. Capa delgada y flexible, de estructura fibrilar situada por debajo de la lámina media, que permite que la célula crezca y se expanda. Propia de las células en crecimiento. Se compone principalmente de pectina, celulosa y hemicelulosa.

Pared secundaria. Capa más interna, que se encuentra por debajo de la pared primaria. Aparece cuando cesa el crecimiento de la célula. Se trata de una capa gruesa y rígida, formada por diferentes subcapas o estratos similares en composición a la pared primaria, aunque con mayor proporción de celulosa que forman microfibrillas regularmente ordenadas en paralelo. En ocasiones contiene también lignina, ceras, suberina, etc.

Funciones de la pared celular

- Constituye el exoesqueleto de la célula vegetal, confiriendo rigidez al organismo y contribuyendo al mantenimiento de su forma.
- Evita que la célula se rompa, interviniendo en el mantenimiento de la presión osmótica intracelular.
- Sirve como barrera frente al paso de patógenos.
- Impermeabiliza la superficie vegetal de algunos tejidos, gracias a su impregnación de sustancias como suberina, lo que evita las pérdidas de agua.

2. Estructura

El REI es un tipo de retículo que carece de lisosomas. Se constituye de una red de túbulos unidos al RER que se expande por todo el citoplasma.

Funciones

Entre las funciones que se llevan a cabo en el REI destacan:

- **Síntesis de lípidos.** En el REI se lleva a cabo la síntesis de casi todos los lípidos de la célula, excepto ácidos grasos que se sintetizan en el citosol. Los lípidos sintetizados son transportados hacia otros sistemas membranosos en pequeñas vesículas.
- **Detoxificación.** En el REI se metabolizan sustancias tóxicas (medicamentos, drogas, insecticidas, conservantes, etc.), y son convertidas en productos eliminables por las células. Este proceso se lleva a cabo principalmente en el hígado.
- **Contracción muscular.** El REI interviene en la contracción del impulso nervioso para la contracción del músculo estriado (donde se denomina retículo sarcoplásmico). Su función en dicha célula es acumular iones calcio en su interior y liberarlo en respuesta a estímulos nerviosos, provocando así la contracción muscular.

3. El citoesqueleto constituye una red de filamentos proteicos situados en el citosol, entre los que destacan los microfilamentos o filamentos de actina, los filamentos intermedios y los microtúbulos. Entre las funciones del citoesqueleto están:

- Mantener la forma de la célula y, cuando es necesario, la posibilidad de cambiar de forma.
- Posibilitar el desplazamiento de la célula (pseudópodos).
- La contracción de las células musculares.
- El transporte y organización de los orgánulos en el citoplasma.
- División y motilidad celular.

Los **microfilamentos** o filamentos de actina se sitúan principalmente en la periferia celular, debajo de la membrana. Son los principales componentes del citoesqueleto. Además, mantienen la forma de la célula, facilitan la emisión de pseudópodos y permiten la estabilidad de las prolongaciones citoplasmáticas (por ejemplo, microvellosidades).

Los **filamentos intermedios** desempeñan funciones estructurales. Aparecen en células sometidas a esfuerzos mecánicos, como las células epiteliales o las musculares lisas.

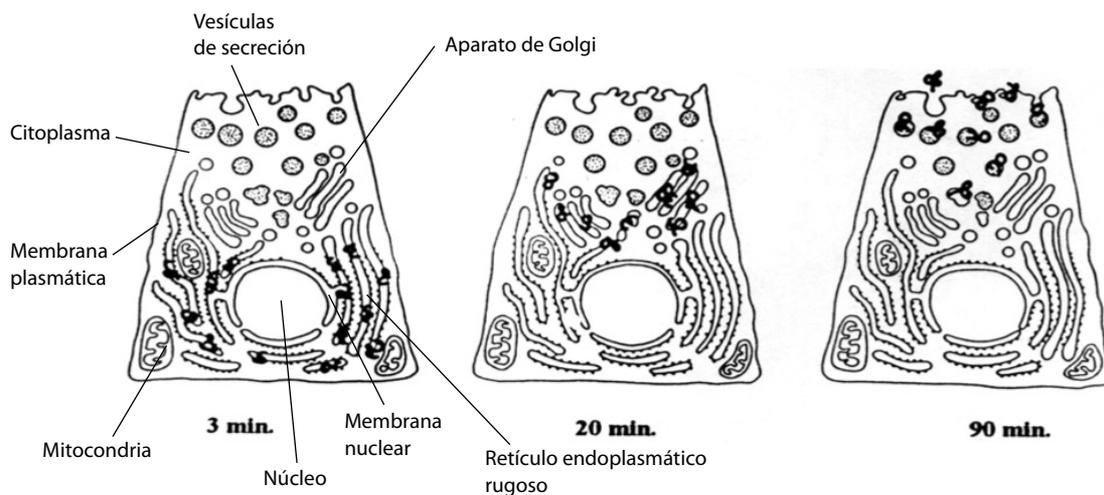
Los **microtúbulos** son filamentos tubulares constituidos por moléculas proteicas (la tubulina). Tienen función estructural y mecánica. A partir de los microtúbulos se forma el citoesqueleto, los centriolos, los cilios, los flagelos y el huso mitótico.

- Movimiento de cilios y flagelos.** Los cilios y flagelos están constituidos de microtúbulos, que derivan del centrosoma. El movimiento de cilios y flagelos se relaciona con el movimiento, permitiendo así que la célula se pueda desplazar. En algunas ocasiones, como en las células epiteliales ciliadas, los cilios provocan corrientes que arrastran determinadas partículas del medio circundante.
- La formación del huso mitótico.** El huso mitótico es la estructura encargada de la separación de los cromosomas durante la división celular. Se constituye de microtúbulos y derivan del centrosoma, que actúa como centro organizador de microtúbulos.
- Contracción muscular.** En las fibras musculares los filamentos de actina se asocian a la miosina, formando las miofibrillas. Cuando se produce un estímulo nervioso, se origina un aumento de iones calcio en el citoplasma de las fibras musculares, ello permite que los filamentos de actina se acorten y provoquen su desplazamiento, provocando así el acortamiento de la fibra muscular y, por tanto, la contracción muscular.

Bloque 2

OPCIÓN A. LA MEMBRANA PLASMÁTICA, EL VACUOMA Y LA DIGESTIÓN CELULAR

1.



- 3 minutos:** en el RER se sintetizan las proteínas, gracias a los ribosomas adheridos a su membrana, que pasan al interior de las cavidades.

20 minutos: las proteínas originadas salen por gemación de las membranas del retículo, a través de vesículas de transición. Dichas vesículas se incorporan a las cisternas de la cara *cis* del aparato de Golgi. Las proteínas emigran hacia la cara *trans* del aparato de Golgi.

90 minutos: en la cara *trans* se forman las vesículas de secreción, formadas por gemación de las cisternas. Las vesículas de secreción pueden pasar a formar parte de la membrana plasmática, adosándose a ella y verter su contenido al exterior por exocitosis. Las membranas de secreción se fusionan así con la membrana plasmática, contribuyendo a su renovación.

- Exocitosis.** Mediante este mecanismo las moléculas contenidas en vesículas citoplasmáticas son transportadas desde el interior de la célula hasta la membrana plasmática. Para ello se fusionan las membranas de la vesícula y la membrana plasmática, vertiendo el contenido al exterior.

OPCIÓN B. EL NÚCLEO. ESTRUCTURA DE INFORMACIÓN

1. Estructuralmente el núcleo depende del momento del ciclo celular en el que se observe. A lo largo del ciclo celular se distinguen dos tipos de núcleo: el núcleo interfásico y el núcleo en división.

Estructura del núcleo interfásico

En un núcleo interfásico (cuando la célula no se está dividiendo), podemos distinguir las siguientes estructuras:

- **Envoltura nuclear.** Doble membrana que separa el citoplasma del nucleoplasma. Presenta una serie de poros (cuyo número aumenta según la actividad de la célula) que regulan la comunicación entre el núcleo y el citoplasma. En la envoltura podemos distinguir:
- **Membrana externa.** Suele estar unida a la membrana del retículo endoplasmático rugoso. Presenta adheridos ribosomas en su cara citoplasmática.
- **Espacio intermembrana** (espacio perinuclear). Comprende entre las dos membranas, en comunicación con el espacio reticular.
- **Membrana interna.** Bajo ella se encuentra asociada la lámina fibrosa o nuclear (tres polipéptidos o láminas dispuestos en tres capas, que sirve de anclaje al material nuclear y regula el crecimiento del núcleo).
- **Nucleoplasma** (carioplasma o jugo nuclear). Medio interno semifluido del interior del núcleo que contiene los demás componentes nucleares. Se constituye principalmente de proteínas, ADN y ARN. En su seno se llevan a cabo la síntesis de los diferentes tipos de ARN y la duplicación del ADN.
- **Nucleolo.** Corpúsculo esférico carente de membrana. Su principal función es la síntesis y ensamblaje de las subunidades de los ribosomas. En algunas células puede aparecer más de un nucleolo. En los nucleolos podemos distinguir dos zonas: una zona granular periférica con ribonucleoproteínas y una zona fibrilar interna, que contiene ADN y ARN.
- **Cromatina.** Constituida por filamentos de ADN en diferente grado de compactación, asociados a proteínas (histonas y no histonas). Dichos filamentos forman ovillos que se sitúan adosados a la lámina nuclear o en contacto con el nucleolo. Su función es la conservar y transmitir la información genética contenida en el ADN y proporcionar la información genética necesaria para, mediante la transcripción, efectuar la síntesis de los diferentes tipos de ARN.

Número

Suele haber un núcleo en cada célula. Sin embargo, existen algunas excepciones, como los eritrocitos de los mamíferos, que carecen de núcleo, o los paramecios, que presentan dos núcleos.

Forma

La forma es muy variable, depende del tipo de célula y el momento del ciclo en el que esté. En las células vegetales suele ser discoidal y, generalmente, se encuentra en posición lateral, desplazado por la presión que ejercen las vacuolas.

En las células animales suele ser esférico, y suele encontrarse en posición central.

Tamaño

Su tamaño es muy variable y es proporcional al tamaño de la célula. Por término medio oscila entre 5 y 25 μ .

2. Los cromosomas son estructuras en forma de bastón que aparecen durante la división del núcleo (cariocinesis) como consecuencia de la condensación de la cromatina. Los cromosomas no se observan durante la interfase, solo en la división celular, alcanzando su máximo grado de empaquetamiento durante la metafase.

Básicamente están constituidos por ADN e histonas. Un cromosoma está formado por dos brazos o **cromátidas**, estructuras idénticas en morfología e información resultado de la duplicación del ADN, que reciben el nombre de **cromátidas hermanas**. Ambas cromátidas permanecen unidas por un punto denominado **centrómero** o constricción primaria. En ocasiones pueden aparecer en los brazos constricciones secundarias, relacionadas con la formación de los nucleolos, que si se sitúan cerca del final de los brazos, dan lugar a un corto segmento, que recibe el nombre de satélite.

En el centrómero aparece una estructura proteica, en forma de disco, denominada **cinetocoro**, que actúa como centro organizador de microtúbulos.

La principal función de los cromosomas es facilitar el reparto de la información genética contenida en la célula madre entre las dos células hijas.

El número de cromosomas es constante en todas las células de los individuos de una especie, pero varía según la especie.

Los cromosomas están constituidos por dos brazos, llamados cromátidas hermanas, paralelas entre sí, que permanecen unidas por un punto, denominado centrómero o constricción primaria.

Las cromátidas hermanas son el resultado de la duplicación del ADN, que ocurre en la fase S del ciclo celular durante la interfase, por tanto, son idénticas entre sí.

La forma de los cromosomas viene determinada por la posición del centrómero, que lo divide en dos partes denominadas brazos. Según sea la longitud de los brazos, se distinguen cuatro tipos de cromosomas:

- **Metacéntricos.** Los dos brazos son iguales, ya que el centrómero se localiza en la mitad del cromosoma.
- **Submetacéntricos.** El centrómero está ligeramente desplazado hacia uno de los brazos, por lo que los brazos son ligeramente desiguales.
- **Acrocéntricos.** El centrómero está muy desplazado hacia uno de los extremos, lo que origina brazos desiguales.
- **Telocéntricos.** El centrómero se localiza en uno de los extremos, por lo que el cromosoma posee solo un brazo.

3. El nucleolo es un corpúsculo esférico carente de membrana. Su principal función es la síntesis y ensamblaje de las subunidades de los ribosomas. En algunas células puede aparecer más de un nucleolo.

Bloque 3

OPCIÓN A. EL CITOSOL Y LOS ORGÁNULOS CITOPLASMÁTICOS: EL METABOLISMO

1. El **catabolismo** es la transformación de moléculas orgánicas complejas (degradación) en otras más sencillas, proceso en el que se libera energía, utilizable por la célula, que se almacena en los enlaces fosfato del ATP. Las reacciones catabólicas tienen lugar en todos los organismos, autótrofos y heterótrofos. También se genera poder reductor ($\text{NADH} + \text{H}^+$) que la célula empleará en los procesos anabólicos.

El **anabolismo** es la síntesis de moléculas orgánicas complejas a partir de otras biomoléculas más sencillas, para lo cual se suministra energía, proporcionada por los enlaces fosfato del ATP, y poder reductor. Las moléculas de ATP necesarias en esta fase pueden proceder de las reacciones catabólicas, de la fotosíntesis (en plantas y algunos microorganismos) o de la quimiosíntesis (en otros microorganismos).

Ejemplos de procesos catabólicos: respiración, fermentación, glucólisis, glucogenolisis, etc.

Ejemplos de procesos anabólicos: síntesis de proteínas, glucogenogénesis, glucogénesis, fotosíntesis, etc.

2. Las enzimas cumplen las siguientes características de todos los catalizadores:
 - Actúan disminuyendo la energía de activación y, por tanto, aumentando la velocidad de la reacción.
 - Durante el curso de una reacción no se alteran.
 - No desplazan la constante de equilibrio para que se obtenga más producto, sino que favorecen que la misma cantidad de producto se obtenga en menos tiempo.

A diferencia de los catalizadores no biológicos:

- Las enzimas presentan una gran especificidad.
- Actúan a temperatura ambiente, es decir, del ser vivo.
- Son muy activas. Consiguen un aumento de la velocidad de reacción de un millón a un trillón de veces.
- Presentan un peso molecular muy elevado.

Si una reacción no estuviese catalizada por una enzima, sería mucho más lenta o podría no llegar a producirse.

3. Los factores que pueden influir en la actividad de una enzima son:

- **Temperatura.** La variación de temperatura provoca cambios en la estructura terciaria o cuaternaria (si la tuviesen) de las enzimas, alterando su función biológica. Cada enzima posee una temperatura óptima de funcionamiento. Si la temperatura aumenta, se dificulta la unión enzima-sustrato. A partir de cierta temperatura la enzima se desnaturaliza, perdiendo su estructura terciaria o cuaternaria, por tanto, su función biológica.
- **pH.** Las enzimas presentan dos valores límites de pH entre los cuales son eficaces. Traspasados esos valores, los enzimas se desnaturalizan y pierden su función biológica.
- **Inhibidores.** Los inhibidores son sustancias que disminuyen la actividad de una enzima o impiden completamente la actuación de las mismas. Pueden ser perjudiciales o beneficiosos. La inhibición puede ser de dos tipos: irreversible y reversible.
 - La **inhibición irreversible**, o envenenamiento de la enzima y tiene lugar cuando el inhibidor se une covalentemente a la enzima, alterando así su estructura y, por tanto, inutilizándola.
 - La **inhibición reversible** tiene lugar cuando solo se impide temporalmente la actividad de la enzima, volviendo esta a tener actividad una vez eliminada la sustancia inhibidora. Según el lugar de unión del inhibidor a la enzima, se distinguen dos tipos de inhibición reversible.
 - Inhibición competitiva. En ella el inhibidor (molécula similar al sustrato) se une al centro activo de la enzima, impidiendo la unión de esta con el sustrato. Por tanto, la enzima no puede actuar hasta que se libera de dicho inhibidor. Como la unión es reversible, un descenso en la concentración del inhibidor, o un aumento en la de sustrato, permite el desplazamiento del inhibidor.
 - Inhibición no competitiva. El inhibidor no compite con el sustrato por el centro activo, sino que se une a la enzima en otra zona distinta, alterando la conformación de la molécula de la enzima de modo que se produce una inactivación reversible del sitio catalítico.

OPCIÓN B. EL CITOSOL Y LOS ORGÁNULOS CITOPLASMÁTICOS: EL METABOLISMO

1. En los cloroplastos tiene lugar la fotosíntesis, proceso en el que se transforma la **energía luminosa** en **energía química**, almacenada en moléculas ATP y moléculas reductoras (**NADPH**), que se utilizarán posteriormente para sintetizar moléculas orgánicas.

Los cloroplastos son orgánulos con forma de disco, de entre 4 y 6 μm de diámetro y 10 μm o más de longitud. Cada cloroplasto está recubierto por una membrana doble: **membrana externa** y **membrana interna**, separadas por un **espacio intermembranoso**. La externa es muy permeable, y posee un gran número de proteínas permeadas. Ambas membranas carecen de clorofila y colesterol. En el interior del cloroplasto, delimitado por la membrana, hay una cámara que contiene un medio interno, denominado **estroma**, que posee ADN plastidial, circular y de doble cadena; plastorribosomas 70S, distintos de los de los ribosomas del citoplasma, pero iguales a los de las bacterias; enzimas; inclusiones de granos de almidón e inclusiones lipídicas.

En el interior del estroma se visualizan una serie de sáculos aplastados, llamados **tilacoides** o **lamelas**, que contienen pigmentos fotosintéticos en sus membranas. Algunos tilacoides se apilan formando grupos, denominados **grana**, mientras que otros atraviesan el estroma. En la membrana de los grana se ubican los sistemas enzimáticos encargados de captar la energía luminosa, efectuar el transporte de electrones y formar ATP.

Además de la fotosíntesis, otras funciones que se llevan a cabo en los cloroplastos son la biosíntesis de ácidos grasos, la asimilación de nitratos y nitritos, y la síntesis de proteínas del cloroplasto.

2. En la **fase luminosa**, o dependiente de la luz, tiene lugar en los tilacoides de los cloroplastos. En esta etapa se absorbe la energía luminosa que proviene del Sol, gracias a unas moléculas fotorreceptoras (pigmentos). En dicha etapa se consigue obtener ATP y NADPH.

Fijación del dióxido de carbono. El CO_2 atmosférico se une a la ribulosa 1,5-difosfato, gracias a la enzima rubisco (ribulosa bifosfato carboxilasa oxidasa), y da lugar a un compuesto inestable de seis

átomos de carbono, que se disocia en dos moléculas de ácido 3-fosfoglicérico. Se trata de moléculas de tres átomos de carbono, por lo que las plantas que siguen esta vía se denominan plantas C3. El átomo de carbono, del dióxido de carbono, ha quedado incorporado en forma de grupo carboxilo en una de las moléculas de ácido 3-fosfoglicérico

La fase luminosa tiene lugar en los tilacoides de los cloroplastos, donde se encuentran los pigmentos capaces de absorber la energía luminosa.

La fase de fijación del dióxido de carbono es una de las etapas de la fase oscura de la fotosíntesis, que tiene lugar en el estroma del cloroplasto.

3. Algunos de los factores que influyen en la actividad fotosintética son:

- **La temperatura.** La eficacia fotosintética aumenta a medida que se eleva la temperatura, hasta llegar a una temperatura óptima en la que se produce la desnaturalización de las enzimas, y el rendimiento fotosintético disminuye.
- **La intensidad luminosa.** A mayor intensidad luminosa mayor rendimiento, hasta alcanzar un valor límite, que depende del tipo de planta. En plantas heliófilas este valor se alcanza a intensidades de radiación altas, mientras que en las plantas umbrófilas el límite se alcanza con intensidades de luz bajas.
- **La concentración de oxígeno.** A mayor concentración de oxígeno del aire, menor es el rendimiento fotosintético, ya que este gas disminuye la actividad de las enzimas que controlan el ciclo de Calvin.
- **La concentración de dióxido de carbono.** El aumento de la concentración de dióxido de carbono ambiental incrementa el rendimiento fotosintético, hasta alcanzar un valor límite en el se alcanza el rendimiento máximo y se estabiliza.

Bloque 4

OPCIÓN A. GENÉTICA MOLECULAR

1. a) **Plasmidios.** Pequeñas moléculas de ADN de doble cadena y circular, extracromosómicos, presentes en determinadas bacterias y que se replican de manera independiente al cromosoma bacteriano.
 - b) **Agente mutagénico.** Factores que aumentan sensiblemente la frecuencia normal de mutación. Pueden ser físicos, como las radiaciones; químicos, como el ácido nitroso o el gas mostaza, o biológicos, como ciertos virus.
 - c) **Mutación.** Alteraciones al azar del material genético (ADN en las células y ADN o ARN en los virus). Normalmente suponen deficiencias y pueden llegar a ser letales. La mayoría son recesivas y permanecen ocultas, cuando son positivas las mutaciones aportan variabilidad a la población.
2. La **recombinación génica** es el proceso que tiene lugar en la subfase paquitenio de la primera división meiótica, por el cual las cromátidas no hermanas de cada par de cromosomas homólogos (materno y paterno) intercambian genes. Las cromátidas recombinadas resultantes son, por tanto, diferentes entre sí, es decir, estarán formadas por segmentos paternos y maternos. El proceso lleva a la obtención de un nuevo genotipo, lo que desde el punto de vista evolutivo aporta un incremento de la variabilidad genética de la descendencia. Este aumento de variabilidad puede contribuir a que en un individuo se produzca una mezcla de caracteres más favorables que los que tenían sus progenitores.
 3. La reproducción de las bacterias es asexual. Se realiza mediante **bipartición**, a la que preceden una duplicación del ADN y una separación de las dos moléculas en las dos bacterias hijas. Además, las bacterias poseen mecanismos de reproducción **parasexuales**, mediante los cuales intercambian información genética con otras bacterias, sean o no de la misma especie.
Este intercambio de genes es horizontal. Existen tres procesos de intercambio genético:
 - La **conjugación.** Es un proceso en el cual una bacteria, considerada donadora, transmite un fragmento de su ADN, a través de los pilis, a otra bacteria receptora. Las bacterias donadoras son las que, además del cromosoma bacteriano, poseen plasmidios, mientras que las bacterias receptoras carecen de ellos.
 - La **transducción.** Es un fenómeno de intercambio genético que requiere un agente transmisor, generalmente un virus bacteriófago, el cual transporta fragmentos de ADN procedentes de la última bacteria parasitada.

- La **transformación**. Es un proceso por el cual una bacteria receptora introduce en su interior un fragmento o molécula de ADN, que aparecen libres en el medio en el que viven procedentes de la lisis de otra bacteria, y lo incorporan a su cromosoma de forma heredable.

OPCIÓN B. LOS MICROORGANISMOS. LA INFECCIÓN Y LA INMUNIDAD

- Antígeno**. Toda sustancia capaz de desencadenar una respuesta inmunitaria. Generalmente, los antígenos suelen ser proteínas o polisacáridos complejos y que forman parte de los microorganismos. También pueden actuar como antígenos moléculas de otro individuo de la misma especie y moléculas propias.
 - Inmunoglobulina**, también llamado anticuerpo. Moléculas proteicas, con una pequeña parte glucídica, producidas por los linfocitos B, capaces de unirse específicamente a los antígenos.
 - Autoinmunidad**. Fallo del sistema inmunitario que es incapaz de reconocer como propias determinadas moléculas y, a consecuencia de ello, actúa contra componentes del propio organismo, con lo que se originan enfermedades graves que pueden llevar incluso a la muerte del individuo. Las moléculas del propio organismo que origina autoinmunidad se denominan autoantígenos, y provocan la formación de autoanticuerpos y células autorreactivas.
- Los linfocitos T son los responsables de la inmunidad celular (linfocitos que atacan directamente a los agentes extraños). Los linfocitos T4 son un tipo de linfocitos T que se encargan de coordinar y regular la respuesta del sistema inmunitario, por lo que son fundamentales en las defensas de toda persona. El descenso en el número de linfocitos T4 es lo que provoca realmente la inmunodeficiencia, ya que el sistema inmunitario irá (lenta pero progresivamente) deteriorándose. Cuanto más bajos son los niveles de células T4 mayores serán las posibilidades de que se presenten infecciones oportunistas, como tuberculosis pulmonar, neumonía, o la aparición de tumores raros, como el sarcoma de Kaposi.
- Algunos ejemplos de microorganismos patógenos son:

Microorganismo	Enfermedad que produce	Vía de contagio
Rhinovirus	Resfriado común	A través del aire
Ortomixovirus	Gripe	A través del aire
Paramixovirus	Sarampión	A través del aire
Diversas especies del género <i>Streptococcus</i> (bacteria)	Faringitis	A través del aire
<i>Streptococcus pneumoniae</i> (bacteria)	Neumonía	A través del aire
VIH	Sida	Transmisión sexual
<i>Herpesvirus</i>	Herpes genital	Transmisión sexual
<i>Treponema pallidum</i>	Sífilis	Transmisión sexual
<i>Candida albicans</i> (bacteria)	Candidiasis vaginal	Transmisión sexual
Poliovirus	Poliomielitis	Por el agua y otros alimentos
Virus hepatitis A	Hepatitis A	Por el agua y otros alimentos
<i>Vibrio cholerae</i> (bacteria)	Cólera	Por el agua y otros alimentos
<i>Entamoeba histolytica</i> (protozoo)	Disentería amebiana (amebiasis)	Por el agua y otros alimentos
Flavivirus	Fiebre amarilla	Mosquito <i>Aedes aegypti</i> (vector biológico)
<i>Yersinia pestis</i> (bacteria)	Peste	Pulga de las ratas
<i>Plasmodium</i> sp	Malaria o paludismo	Mosquito <i>Anopheles</i> (vector biológico)
<i>Trypanosoma brucei</i> (protozoo)	Enfermedad del sueño	Mosca tse-tse

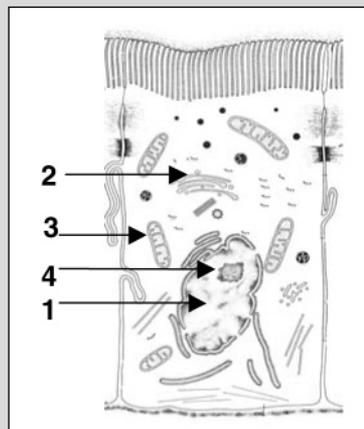
Bloque 1

OPCIÓN A. LOS COMPONENTES QUÍMICOS DE LA CÉLULA

1. Concepto de lípido. (2 puntos)
2. Haz una clasificación de los lípidos según su composición química. (4 puntos)
3. ¿Qué es el colesterol? Explica su función biológica. (4 puntos)

OPCIÓN B. LA CÉLULA: UNIDAD DE ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

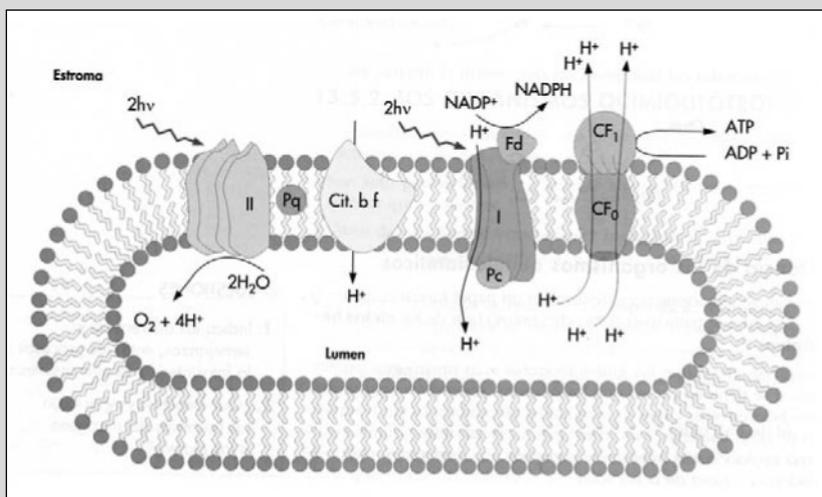
1. ¿Esta representación corresponde a una célula animal o vegetal? Razona la respuesta indicando al menos tres características que la justifiquen. (3 puntos)
2. Identifica cada una de las estructuras celulares señaladas por un número y cita su función. (4 puntos)
3. La membrana plasmática sufre ciertas diferenciaciones para permitir la asociación y las relaciones entre células de un mismo tejido. Explica al menos tres de ellas. (3 puntos)



Bloque 2

OPCIÓN A. EL CITOSOL Y LOS ORGÁNULOS CITOPLASMÁTICOS: EL METABOLISMO

1. Define qué es la fotosíntesis y escribe la ecuación básica del proceso. (4 puntos)
2. Di qué proceso es el representado en la figura y descríbelo brevemente. (4 puntos)



3. Enumera y explica brevemente los factores que influyen en el proceso fotosintético. (2 puntos)

OPCIÓN B. EL CITOSOL Y LOS ORGÁNULOS CITOPLASMÁTICOS: EL METABOLISMO

1. ¿Qué es la glucólisis? ¿Cuál es su localización intracelular? (4 puntos)
2. ¿Qué es una fermentación? Indica la localización intracelular de los procesos fermentativos. (4 puntos)
3. Comenta la importancia industrial de algunas fermentaciones y los microorganismos implicados en ellas. (2 puntos)

Bloque 3

OPCIÓN A. LA MEMBRANA PLASMÁTICA, EL VACUOMA Y LA DIGESTIÓN CELULAR

1. Explica el comportamiento de una célula animal y de una célula vegetal en una solución hipotónica y en una solución hipertónica. (4 puntos)
2. Explica en qué consisten los procesos de pinocitosis y fagocitosis. (4 puntos)
3. Explica qué son los peroxisomas y cuál es su función. (2 puntos)

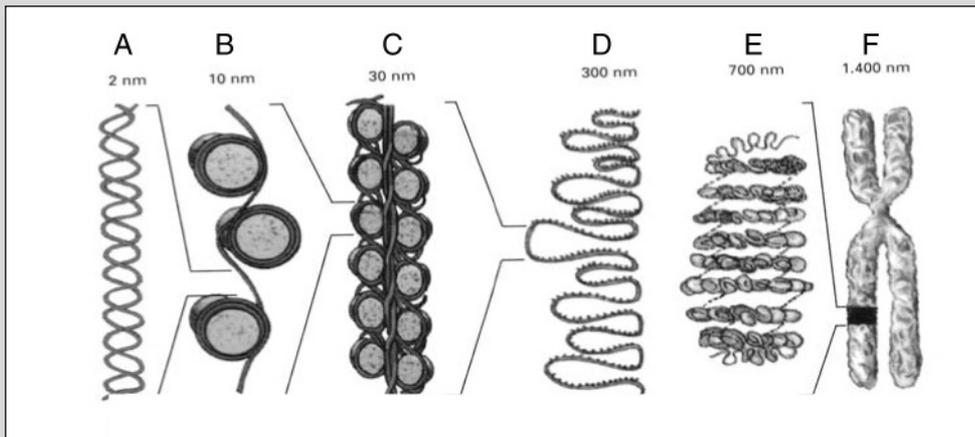
OPCIÓN B. EL NÚCLEO. ESTRUCTURA DE INFORMACIÓN

1. Haz un esquema del ciclo celular y define sus fases. (4 puntos)
2. Explica la diferencia entre la mitosis y la primera división meiótica. (3 puntos)
3. Concepto de citocinesis. Diferencias en este proceso en células animales y vegetales. (3 puntos)

Bloque 4

OPCIÓN A. GENÉTICA MOLECULAR

1. Comenta, ayudándote de estos esquemas, los niveles de organización de la cromatina y señala las diferencias entre la cromatina interfásica y el cromosoma metafásico. (5 puntos)



2. Explica brevemente cómo se produce la replicación del ADN. (5 puntos)

OPCIÓN B. LOS MICROORGANISMOS. LA INFECCIÓN Y LA INMUNIDAD

1. Define los siguientes conceptos y cita un ejemplo en cada caso: (5 puntos)
a) autoinmunidad; b) inmunodeficiencia; c) hipersensibilidad; d) alergia; e) inflamación.
2. ¿Qué son los anticuerpos? ¿Qué papel desempeñan en el sistema inmunitario? Cita las clases de anticuerpos que conozcas. (5 puntos)

Bloque 1

OPCIÓN A

1. Los lípidos son el grupo de biomoléculas orgánicas que cumplen las dos características siguientes:

- Son insolubles en agua y en otros disolventes polares.
- Son solubles en disolventes orgánicos, es decir, disolventes no polares, como el benceno.

Los lípidos son un grupo de sustancias muy heterogéneo. Básicamente están compuestos por carbono e hidrógeno. La mayoría presentan además oxígeno pero en proporciones muy bajas. Algunos lípidos también pueden contener fósforo, nitrógeno y azufre.

2. Los lípidos se clasifican en tres grupos:

- **Ácidos grasos:** moléculas formadas por una larga cadena hidrocarbonada alifática (lineal) con un número par de átomos de carbono. Todos los ácidos grasos tienen un grupo carboxilo ($-\text{COOH}$) en un extremo de la cadena. Los ácidos grasos se pueden clasificar en dos tipos: **saturados** (tienen enlaces simples entre los átomos de carbono) e **insaturados** (tienen uno o varios enlaces dobles en su cadena hidrocarbonada).
- **Lípidos saponificables:** contienen en su molécula ácidos grasos. Todos los lípidos saponificables son ésteres de ácidos grasos y un alcohol o un aminoalcohol. Los lípidos saponificables forman jabones, sales de ácidos grasos, al someterlos con álcalis o bases (NaOH o KOH). Pertenecen a este grupo:
 - **Acilglicéridos** o grasas: formados por la esterificación de una, dos o tres moléculas de ácidos grasos con la glicerina.
 - **Ceras** o céridos: resultan de la esterificación de un ácido graso con un alcohol monovalente de cadena larga.
 - **Fosfolípidos:** resultan de la unión de la glicerina mediante enlace éster en el carbono 3 con un ácido fosfórico y en los carbonos 1 y 2 con sendos ácidos grasos. Además, el ácido fosfórico se puede unir mediante enlace éster a un sustituyente polar que puede ser aminoalcohol o polialcohol.
 - **Esfingolípidos:** se constituyen de un aminoalcohol de cadena larga de 18 átomos de carbono (llamado esfingosina), un ácido graso y un grupo polar de diferente naturaleza. La esfingosina se une al ácido graso mediante enlace amida, para formar un compuesto denominado ceramida. A la ceramida se une la molécula polar para formar el esfingolípido completo.
- **Lípidos insaponificables.** Lípidos que no contienen ácidos grasos. Se distinguen tres tipos:
 - **Terpenos.** Polímeros de isopreno.
 - **Esteroides.** Derivados del ciclopentanoperhidrofenantreno o esterano.
 - **Prostaglandinas.** Se forman por ciclación de ácidos grasos poliinsaturados.

3. El colesterol es un esteroide derivado del ciclopentanoperhidrofenantreno que posee un grupo hidroxilo en el carbono 3 y una cadena alifática en el carbono 17.

Su función es formar parte estructural de las membranas de las células animales. En la sangre se une a proteínas, formando lipoproteínas del plasma (HDL, LDL, etc.).

El colesterol es una molécula muy abundante en el organismo que sirve de base para la síntesis de casi todos los esteroides. Influye además en las propiedades de las membranas, manteniendo su fluidez.

OPCIÓN B

1. La representación corresponde a una célula animal, ya que:

- Carece de cloroplastos, orgánulos exclusivos de las células vegetales.
- No presenta pared celular, característica de las células vegetales.
- Presenta centriolos (diplosoma) exclusivos de las células animales.
- Presenta uniones intercelulares características de las células animales, como desmosomas.
- La célula representada presenta especializaciones en la cara dorsal de la membrana (microvellosidades).

2. 1. **Núcleo.** Alberga en su interior el material genético.
 2. **Aparato de Golgi.** Acumulación de sustancias procedentes del retículo endoplasmático y secreción al exterior mediante pequeñas vesículas que se forman en su periferia. También participa en la glucosidación de lípidos y proteínas, mediante la unión a estos de cadenas de oligosacáridos, dando lugar a glucolípidos y glicoproteínas de membrana o de secreción.
 3. **Mitocondria.** Respiración celular, proceso a partir del cual se obtiene energía.
 4. **Nucleolo.** Síntesis de ARNr y procesado y empaquetamiento de subunidades de los ribosomas.
3. Dependiendo de dónde se localicen en la célula, se distinguen varios tipos de diferenciaciones de la membrana plasmática:
- Región apical: microvellosidades.
 - Región basal: invaginaciones.
 - Región lateral: uniones intercelulares.

Microvellosidades: son prolongaciones de la membrana plasmática digitiformes; su misión es aumentar la superficie de absorción de sustancias del medio externo. Se encuentran en células animales que constituyen la cara interna del intestino delgado.

Invaginaciones: Repliegues de la membrana plasmática hacia el interior celular. Aparecen, por ejemplo, en las células epiteliales del túbulo contorneado distal de las neuronas.

Uniones intercelulares

Son uniones de contacto que permiten la formación de tejidos. Se distinguen varios tipos:

- **Desmosomas o uniones adherentes:** uniones puntuales que dejan un gran espacio intercelular. Permiten unir células, pero sin impedir el paso de sustancias por el espacio intercelular. Estas uniones presentan estructuras proteicas de forma discoidal, denominadas placas, de donde parten proteínas transmembranas que se unen fuertemente a proteínas procedentes de una placa de la célula contigua. El desmosoma se halla unido al citoesqueleto por una red de filamentos de queratina. Se localizan en tejidos sometidos a fuertes tensiones mecánicas, como el músculo cardiaco, el epitelio cutáneo o el cuello del útero.
- **Uniones estrechas, herméticas o impermeables:** uniones que no dejan espacio intercelular. Se forman de moléculas proteicas transmembranas que se disponen formando hileras que sueldan (cosen) a las membranas plasmáticas entre sí. No permiten el paso de sustancias a través del espacio intercelular. Aparecen en los tejidos epiteliales.
- **Uniones en hendidura tipo *gag*:** uniones que dejan un pequeño espacio intercelular (hendidura). Están constituidas por dos conexiones (un fino tubo formado por seis proteínas transmembranas que atraviesan la membrana plasmática y se unen a otro conexón de la célula contigua). Son uniones de comunicación, ya que además de unir células contiguas, ponen en contacto sus citoplasmas, permitiendo el intercambio de moléculas. Se encuentran uniendo células del tejido muscular cardiaco o en las células musculares lisas que constituyen el miometrio del útero.

Bloque 2

OPCIÓN A

1. La fotosíntesis es la conversión de la energía luminosa en energía química (ATP), que es utilizada para la síntesis de materia orgánica. El proceso tiene lugar en los cloroplastos y es llevado a cabo por bacterias fotosintéticas (cianobacterias, bacterias purpúreas del azufre y las bacterias verdes del azufre) y todos los vegetales con clorofila (algas y plantas verdes).
La fotosíntesis consta de dos fases:
 - **La fase luminosa** o dependiente de la luz, que tiene lugar en los tilacoides de los cloroplastos. En esta etapa se absorbe la energía luminosa que proviene del sol, gracias a unas moléculas fotorreceptoras (pigmentos). En dicha etapa se consigue obtener ATP y NADPH.
 - **La fase oscura** o independiente de la luz, que tiene lugar en el estroma de los cloroplastos. En dicha fase se utilizan los productos obtenidos en la fase anterior (ATP y NADPH), el CO₂, tomado

del medio y los compuestos ricos en nitrógeno, azufre y fósforo, procedentes de las sales minerales, para sintetizar materia orgánica (azúcares).

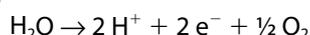
La reacción global puede resumirse en la ecuación:



2. En la figura se representa la fase luminosa o dependiente de la luz.

El proceso se inicia cuando la luz llega al **fotosistema II**. Esto provoca la excitación de su pigmento diana, la clorofila P-680, que pierde tantos fotones como electrones se han absorbido. Los electrones son captados por la feofitina (primer aceptor), que al ganar electrones queda reducido. Estos electrones son transferidos a una serie de aceptores que se reducen y oxidan sucesivamente. De esta forma, la feofitina se los pasa al siguiente miembro de la cadena transportadora electrónica, la plastoquinona, de esta pasan al citocromo b; de este, al citocromo f, y de esta, a la **plastocianina**

Pero no olvidemos que ha quedado un vacío de electrones en la molécula de clorofila del fotosistema II (ya que los electrones fueron cogidos por la feofitina). Para recoger estos electrones se produce la hidrólisis del agua, lo que se denomina **fotólisis del agua**.

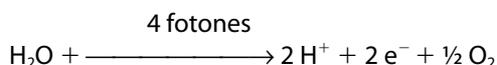


Los dos electrones liberados por la molécula de agua son transferidos a la molécula de clorofila, y los protones (H^+) se acumulan en el interior del tilacoide. El oxígeno será expulsado por el vegetal al exterior.

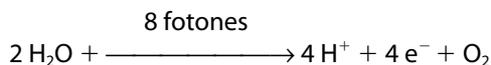
La platocianina, al recibir los dos electrones, se activa y capta dos protones del estroma. Luego, al transferir sus electrones al complejo citocromo b-f, introduce los dos protones en el tilacoide. Estos, sumados a los protones procedentes de la fotólisis, crean una diferencia de potencial electroquímico a ambos lados de la membrana. La situación se resuelve con la salida de protones a través de las enzimas ATP-sintetasas (teoría quimiosmótica de Mitchell), con la consiguiente síntesis de ATP, que se acumula en el estroma (proceso denominado fotofosforilación del ADP).

Al incidir los fotones sobre el **fotosistema I**, la clorofila P-700 pierde dos electrones, que son captados por el primer aceptor, llamado ferredoxina, por lo que queda un vacío electrónico en el fotosistema I. Estos dos electrones serán repuestos por la **plastocinina**. La ferredoxina pasa los dos electrones a la enzima NADP^+ -reductasa, que se activa, capta dos protones del estroma y se los transfiere, junto a los dos electrones, a un ion NADP^+ del estroma, que se reduce a $\text{NADPH} + \text{H}^+$ (fotorreducción del NADP^+).

Si analizamos el proceso, vemos que para la formación de un átomo de oxígeno hicieron falta cuatro fotones (dos para cada fotosistema).



Recordemos que se ha necesitado una molécula de NADP^+ , formándose una molécula de $\text{NADPH} + \text{H}^+$. Por lo tanto, para la formación de una molécula de oxígeno el proceso queda:



Se necesitan dos moléculas de NADP^+ , formándose dos moléculas de $\text{NADPH} + \text{H}^+$.

En determinadas ocasiones tiene también lugar un flujo de electrones cíclico, en el que interviene únicamente el **fotosistema I**. Se dice que es cíclico porque los electrones perdidos por la clorofila P-700 regresan de nuevo a dicha clorofila. Al no intervenir el fotosistema II, no hay reducción del NADP^+ , ni se desprende oxígeno. Solo se obtiene ATP.

La finalidad del proceso es generar ATP, para subsanar el déficit de ATP obtenido en la fase acíclica y poder así realizar la fase oscura posterior.

Al incidir la luz (con longitud de onda superior a 680 nm, lo que se denomina «rojo lejano»), solo se produce el proceso cíclico. Al incidir los fotones sobre el fotosistema I, la clorofila P-700 libera los dos electrones que llegan a la ferredoxina, la cual los pasa al citocromo b y este a la plastoquinona. La plastoquinona reducida cede los dos electrones al citocromo f e introduce los dos protones en el interior del tilacoide. Estos, al salir a través de las ATPasas sintetasas, provocan la síntesis de ATP (teoría quimiosmótica de Mitchell). La plastocianina retorna los electrones a la clorofila P-700.

3. Algunos de los factores que influyen en la actividad fotosintética son:

- **La temperatura.** La eficacia fotosintética aumenta según aumenta la temperatura, hasta llegar a una temperatura óptima en la que se produce la desnaturalización de las enzimas, en la que el rendimiento fotosintético disminuye.
- **La intensidad luminosa.** A mayor intensidad luminosa mayor rendimiento, hasta alcanzar un valor límite, que depende del tipo de planta. En plantas heliófilas este valor se alcanza a intensidades de radiación altas, mientras que en las plantas umbrófilas el límite se alcanza con intensidades de luz bajas.
- **La concentración de oxígeno.** A mayor concentración de oxígeno del aire, menor es el rendimiento fotosintético, ya que este gas disminuye la actividad de las enzimas que controlan el ciclo de Calvin.
- **La concentración de dióxido de carbono.** El aumento de la concentración de dióxido de carbono ambiental incrementa el rendimiento fotosintético, hasta alcanzar un valor límite en el que se alcanza el rendimiento máximo y se estabiliza.

OPCIÓN B

1. La glucólisis es una ruta metabólica anaerobia (pues no necesita la presencia de oxígeno) del catabolismo, en la que la glucosa se escinde en dos moléculas de ácido pirúvico y energía (ATP). Se lleva a cabo en el citoplasma celular. Se trata de una ruta universal, pues la realizan prácticamente todos los seres vivos.

Dicho proceso tiene lugar en casi todas las células, desde las procariontas hasta las eucariotas, tanto animales como vegetales.

2. La fermentación es un proceso catabólico en el que a diferencia de la respiración, no interviene la cadena respiratoria. Además, es un proceso de oxidación incompleta de compuestos orgánicos (ya que no se libera toda la energía química que contienen), y el aceptor final de protones y electrones no es una molécula inorgánica, sino que es un compuesto orgánico, por lo que la fermentación siempre da entre sus productos finales compuestos orgánicos. En la fermentación, al no intervenir la cadena respiratoria, no se puede utilizar el oxígeno del aire como aceptor de electrones, y, por tanto, es siempre un proceso anaeróbico. También se produce ATP por fosforilación a nivel de sustrato, no por las ATP-sintetasas. Ello explica la baja rentabilidad energética de las fermentaciones. Por ejemplo, una glucosa al degradarse produce 38 ATP mediante respiración y solo 2 ATP por fermentación.

3. Las fermentaciones son propias de los microorganismos (ciertas levaduras y bacterias), aunque alguna, como la fermentación láctica, puede realizarse en el tejido muscular de los animales cuando no llega suficiente oxígeno a las células.

Las fermentaciones a escala industrial se llevan a cabo en fermentadores (depósitos de diferente capacidad en los que existe un líquido que es el medio de cultivo de los microorganismos. La transformación del sustrato en el producto final se llama fermentación. El fermentador debe disponer de conductos para añadir el medio de cultivo y los microorganismos, de válvulas para permitir la salida de gases indeseables que se produzcan, y de grifería para poder extraer periódicamente el producto de la fermentación.

Según la naturaleza del producto final, se distinguen varios tipos de fermentaciones:

Fermentación láctica. Consiste en la formación de ácido láctico a partir de la degradación de la lactosa (glucosa + galactosa). La glucosa sufre la vía de la glucólisis hasta ácido pirúvico, el cual posteriormente se reducirá a ácido láctico. La galactosa, al isomerizarse en glucosa, proporciona también dos moléculas de ácido láctico. Esta fermentación es la homoláctica, ya que solo se produce ácido láctico como producto final. Otra variedad es la heteroláctica en la que se obtienen además otros compuestos, como etanol y dióxido de carbonglucosa. Dicha fermentación es realizada por las bacterias lácticas, como *Lactobacillus*. A través de ellas se obtienen productos como el queso, el yogur o las leches acidificadas. Así mismo, también se utiliza este tipo de fermentación como método de conservación de ciertos productos, como carnes o embutidos.

- **Fabricación del queso**

La fabricación del queso se realiza en dos etapas:

En primer lugar, la leche se transforma en **cuajada**. Para ello se añaden a la leche bacterias lácticas, como *Streptococcus cremoris* o *Streptococcus lactis* que consumen lactosa y producen ácido láctico. Como consecuencia se produce una variación en el pH y las proteínas de la leche se coagulan. También se produce un **suero** sobrante, que siempre se retira. En algunas ocasiones, este proceso se puede realizar utilizando una enzima (**renina** o **cuajo**) que se extrae del cuajar de las terneras (estómago de las terneras destetadas), y que actualmente lo producen microorganismos mediante ingeniería genética.

En la segunda etapa se produce la maduración del queso, proceso en el que intervienen distintos microorganismos (bacterias y mohos). En este proceso se hidrolizan progresivamente las proteínas a péptidos solubles y, por último, a aminoácidos libres. Estos pueden descomponerse a ácidos grasos, aminas y amoniaco. Los quesos blandos son madurados por las enzimas de las levaduras y por los hongos *Penicillium* que crecen en su superficie. Los quesos duros son madurados por bacterias lácticas que se desarrollan en toda la masa.

Fermentación alcohólica. Es la transformación de la glucosa en ácido pirúvico y de este en etanol y dióxido de carbono. El proceso de degradación de la glucosa es común al de la glucólisis hasta el ácido pirúvico, pero, a partir de aquí, este se descarboxila pasando a acetaldehído, el cual se reduce posteriormente a alcohol etílico.

Este tipo de fermentación es realizada fundamentalmente por levaduras, como *Saccharomyces cerevisiae*, anaerobias facultativas. Mediante este tipo de fermentación se obtienen bebidas alcohólicas, además de ser la base en la fabricación del pan. Dependiendo de la especie de *Saccharomyces* se puede obtener: vino (*S. ellipsoideus*), sidra (*S. apiculatus*), cerveza (*S. cerevisiae*), etc.

La reacción global de la fermentación alcohólica es:



- **Fabricación del vino**

Los procesos básicos que se siguen en la fabricación del vino son los siguientes:

- El proceso se inicia con el triturado de las uvas. Se obtiene así un zumo rico en glucosa y fructosa, denominado mosto.
- El mosto es transformado espontáneamente por los microorganismos que se encuentran en la piel de la uva. Para evitar fermentaciones imprevisibles se puede tratar el mosto con dióxido de azufre y añadir la cepa deseada de *Saccharomyces cerevisiae* o de *Saccharomyces ellipsoideus*.
- Después tiene lugar la fermentación alcohólica. La duración y la temperatura a la que se realiza la fermentación alcohólica depende del tipo de vino a elaborar. El dióxido de carbono resultante de la fermentación se evapora o se elimina artificialmente, excepto en el caso de los vinos espumosos (cava, champagne...)
- A continuación, debido al trasiego, el vino se separa del sedimento (que contiene la levadura y un precipitado orgánico).
- Finalmente, el vino se almacena para el envejecimiento, proceso que puede durar varios años. Para ello se utilizan cubas de almacenamiento y su objetivo es desarrollar el sabor del vino.

- **Fabricación de la cerveza**

- La cerveza implica la germinación de las semillas de cebada (aunque en algunos tipos de cerveza también se utiliza maíz o arroz) para obtener malta. Las semillas al germinar producen amilasas, que son los enzimas que convierten el almidón en glucosa.
- Posteriormente se tuesta la malta (proceso conocido como malteado). Los glúcidos presentes en la malta constituyen el sustrato sobre el que tiene lugar la fermentación alcohólica.
- Al producto final de la fermentación se le añade **lúpulo** (aditivo procedente de las flores femeninas de la planta *Humulus lupu*) y se cuece. El lúpulo es el responsable del sabor amargo de la cerveza e impide el crecimiento de bacterias.

Bloque ③

OPCIÓN A

1. La ósmosis es un fenómeno que se produce al poner en contacto dos disoluciones de diferente concentración separadas por una membrana semipermeable (que no deja pasar el soluto). El disolvente (agua) pasaría a través de dicha membrana semipermeable desde la disolución más diluida (hipotónica) hacia la más concentrada (hipertónica). Cuando el agua pasa de la disolución hipotónica a la hipertónica, esta se diluye, mientras que la hipotónica se concentra al perder agua. El proceso continúa hasta que ambas disoluciones igualan su concentración, es decir, ambos medios son isotónicos.

Cuando el medio celular es hipertónico con respecto al medio interno, sale agua de la célula por ósmosis, disminuye el volumen celular y aumenta la presión osmótica en el interior de la misma. En este caso, en las células vegetales provoca la rotura de la célula o plasmólisis, al desprenderse la membrana plasmática de la pared celular. En las células animales, como por ejemplo los eritrocitos, disminuye también el volumen celular y la célula se arruga.

Cuando el medio celular es hipotónico con respecto al medio interno, que es hipertónico, se produce la entrada de agua hacia el interior célula, lo que provoca un aumento del volumen celular y una disminución de la presión osmótica en el interior de la misma. En las células vegetales, que presentan una pared rígida de celulosa, este hecho provoca la turgencia. En las células animales puede ocasionar el estallido de la célula, proceso conocido como hemólisis.

2. La endocitosis es el proceso por el que la célula capta moléculas de gran tamaño del exterior celular mediante invaginaciones de la membrana. En dichas invaginaciones engloba la partícula que quiere transportar. Seguidamente se produce el estrangulamiento de la invaginación, originándose una vesícula que contiene el material ingerido. La endocitosis, según el material ingerido, puede ser de dos tipos:
 - **Pinocitosis:** cuando la célula ingiere líquidos y sustancias disueltas que almacena en pequeñas vesículas.
 - **Fagocitosis:** cuando la célula ingiere partículas grandes de alimento, o incluso microorganismos en el interior de grandes vesículas o endosomas. La fagocitosis es un proceso que realiza la célula para obtener alimento del exterior. El endosoma termina uniéndose a los lisosomas, que contienen enzimas digestivas, originando una vacuola digestiva en cuyo interior las enzimas digieren el alimento.

3. Estructura

Los peroxisomas son orgánulos citoplasmáticos con forma de vesículas, de entre 0,1 μ y 0,5 μ , que contienen enzimas oxidasas, entre las que se encuentran la peroxidasa (genera peróxido de hidrógeno) y la catalasa (elimina peróxido de hidrógeno). Los peroxisomas están presentes solo en células eucariontes. Fueron descubiertos en 1965 por Christian de Duve e inicialmente recibieron el nombre de microcuerpos presentes en todas las células eucariotas.

Los peroxisomas están envueltos por una membrana citoplasmática semipermeable, que se forma por gemación al desprenderse del retículo endoplasmático liso. Esa membrana protege a la célula de los efectos dañinos del interior de este.

Función

En los peroxisomas se llevan a cabo reacciones de oxidación similares a las que se producen en la mitocondria, pero en las que la energía producida se disipa en forma de calor, en vez de aprovecharse para sintetizar ATP. En dichas reacciones de oxidación se produce peróxido de hidrógeno, sustancia muy oxidante que resulta tóxica para la célula. La enzima catalasa es la encargada de descomponer el peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno molecular.

Diversos sustratos se degradan mediante estas reacciones oxidativas en los peroxisomas, incluidos el ácido úrico, los aminoácidos y los ácidos grasos.

La oxidación de los ácidos grasos es un ejemplo especialmente importante, ya que proporciona una fuente principal de energía metabólica. En las células animales los ácidos grasos se oxidan tanto

en los peroxisomas como en las mitocondrias, pero en levaduras y en las plantas la oxidación de los ácidos grasos está restringida a los peroxisomas.

Otra importante función de los peroxisomas es la detoxificación, proceso que elimina sustancias tóxicas oxidándolas. Así, se degradan, en las células hepáticas, el etanol de las bebidas alcohólicas y otras sustancias tóxicas, como metanol, ácido fórmico, etc.

En las células vegetales se encuentran un tipo de peroxisomas denominados glioxisomas. Su nombre deriva de que poseen las enzimas responsables del ciclo del ácido glicoxílico, una variante del ciclo de Krebs, que permite sintetizar glúcidos a partir de lípidos. Esto resulta esencial para las semillas en germinación, ya que les permite, a partir de sus reservas lipídicas, sintetizar glucosa, única molécula que admite el embrión, hasta que el nuevo vegetal pueda extender sus hojas y realizar la fotosíntesis.

OPCIÓN B

1. El ciclo celular comprende el periodo de tiempo que va desde que se forma la célula, es decir que nace, hasta que se divide. Comprende dos etapas: una etapa inicial de larga duración en que la célula presenta núcleo, denominada interfase, y una etapa final corta, en la que son visibles los cromosomas, llamada división.

La **interfase** es el periodo que transcurre entre dos divisiones sucesivas. Ocupa gran parte del ciclo celular. Durante la interfase hay una gran actividad metabólica y la célula aumenta de tamaño y se prepara para la división celular. Se compone de varias fases: **G1**, **S** y **G2**.

La **división** (fase **M**) es la etapa en la que la célula se divide en dos o más células hijas. Comprende dos procesos: la mitosis, cariocinesis o división del núcleo, y la citocinesis o división del citoplasma.

Interfase. Comprende las fases G1, S y G2.

Fase G1. Largo periodo comprendido entre el final de la división celular y la fase S. En ella se produce la síntesis de ARNm y de proteínas (necesarias para que la célula aumente de tamaño). La célula presenta un solo diplosoma (dos centriolos). Al final de G1 se distingue un momento de no retorno, denominado punto de restricción (R), a partir del cual ya es imposible detener la sucesión de las fases S, G2 y M. Algunas células permanecen en estado de reposo y no se dividen, por lo que acaban transformándose en células especializadas. Así pueden permanecer días o meses. En este caso, se dice que la célula ha entrado en la fase **G₀**, o de quiescencia.

Fase S. En ella se produce la duplicación del ADN y se sintetizan las histonas.

Fase G2. En ella la célula puede aumentar ligeramente de tamaño. Continúa la síntesis de ARNm y de proteínas. Se duplican los centriolos.

Fase M. En ella la célula se divide en dos o más células hijas. Comprende dos procesos: la mitosis, cariocinesis o división del núcleo, y la citocinesis, o división del citoplasma.

2. Las diferencias entre la mitosis y la primera división meiótica quedan reflejadas en la siguiente tabla:

Mitosis	Primera división meiótica
<ul style="list-style-type: none"> - No precisa que los cromosomas estén emparejados, por lo que puede ocurrir tanto en células haploides como diploides. - Al final del proceso se originan dos células hijas diploides (2n) idénticas entre sí y con los mismos cromosomas que la madre. - No ocurre sobrecruzamiento entre cromosomas homólogos. - Durante la anafase se separan las cromátidas hermanas. - Los cromosomas resultantes de las células hijas son idénticos a los de la célula madre. - Se produce en las células somáticas. - Es un proceso corto (puede durar de 1 a 2 horas). 	<ul style="list-style-type: none"> - Solo se produce en células con un número diploide de cromosomas, ya que precisa que estos estén emparejados. - Al final de la primera división meiótica se originan dos células hijas diferentes, con la mitad de cromosomas (n) que la madre (2n). - Durante profase I de la primera división meiótica tiene lugar el sobrecruzamiento entre cromosomas homólogos. - Los dos cromosomas homólogos se juntan, formando un par denominado bivalente, y entre ellos se produce el intercambio de fragmentos de ADN. - Durante la primera división meiótica se separan pares de cromosomas homólogos. - Los cromosomas de las células hijas contienen nuevas combinaciones y son distintos entre sí y diferentes a los de la célula madre. - Solo se da en las células madre de los gametos. - Es un largo proceso. Por ejemplo, en los hombres puede durar días y en la mujer varios años.

3. La citocinesis es la división del citoplasma. En las células animales se realiza por estrangulamiento que divide en dos a la célula madre, formándose dos células hijas. Se produce por un anillo contráctil a la altura de la placa ecuatorial, formado por filamentos de actina y miosina. Este anillo se va haciendo cada vez más pequeño, estrangulando finalmente a la célula.

En las células vegetales la citocinesis se produce por tabicación intracelular. A nivel de la placa ecuatorial se forma un tabique de separación entre las células hijas, denominado fragmoplasto. Dicho tabique se forma por la fusión de las vesículas procedentes del aparato de Golgi.

El fragmoplasto no se cierra completamente, sino que deja unos espacios finos, denominados plasmodesmos, que permiten la comunicación entre las dos células hijas.

Bloque 4

1. La cromatina está constituida básicamente por la denominada **fibra de cromatina**, la cual a su vez, está formada por la fibra de ADN, la denominada doble hélice, asociada a unas proteínas llamadas histonas, proteínas básicas de bajo peso molecular, y muy abundantes tanto en el núcleo como en los cromosomas. Durante la interfase, en la fibra de cromatina se aprecian diferentes grados de organización: nucleosoma, collar de perlas y fibra de 30 nm, lo que permite el empaquetamiento de grandes cantidades de ADN asociadas a proteínas en el interior del núcleo.

Cada nucleosoma está formado por un núcleo o platisoma y un filamento de ADN (de 2 μm) que se enrolla sobre él. Cada núcleo se forma por un octámero de histonas (ocho moléculas de cuatro tipos diferentes de histonas: H_{2A} , H_{2B} , H_3 y H_4). El filamento de ADN se enrolla, aproximadamente dos vueltas, sobre el octámero de histonas. Los diferentes nucleosomas aparecen unidos por segmentos de ADN bicatenario, lo que da lugar a una fibra de cromatina o collar de perlas, en la que las perlas son los nucleosomas y el hilo que las une los segmentos de ADN. Los nucleosomas tienen un diámetro de 10 nm.

La fibra de cromatina o collar de perlas se enrolla sobre sí misma hasta adoptar la forma de solenoide o fibra de 30 nm de diámetro. Se invierten unos seis nucleosomas por vuelta y las histonas H1 se agrupan entre sí, formando un eje central de la fibra de 30 nm. Esto implica el acortamiento de aproximadamente cinco veces la longitud del collar de perlas. En el núcleo interfásico, la mayor parte de la cromatina (eucromatina) está en forma de fibras de 10 nm.

La fibra de 30 nm se pliega en forma de grandes bucles, de entre 20 000 y 70 000 pares de bases de longitud, y estos se compactan y enrollan en espiral para formar rosetones. Treinta rosetones seguidos dispuestos en espiral forman un rodillo. La sucesión de rodillos formaría finalmente las cromátidas de los cromosomas.

La fibra de cromatina de 30 nm constituye los cromosomas interfásicos, pero se encuentran tan extendidos y enmarañados unos con otros que es casi imposible distinguirlos. En la fase S del ciclo celular se replica el ADN, y cada fibra de cromatina o cromosoma interfásico origina una copia idéntica de sí mismo, por lo que a partir de ese momento cada cromosoma interfásico consta de dos subunidades, denominadas cromátidas.

Cuando la célula entra en división celular, las fibras de cromatina duplicadas se enrollan y pliegan en una serie de bucles. Estos se empaquetan y forman bucles, rosetones, rodillos y finalmente el cromosoma metafásico (que alcanza su máximo grado de compactación en metafase).

Cada cromosoma metafásico es un cromosoma doble formado por dos subunidades denominadas cromátidas. Ambas cromátidas permanecen unidas por un punto, denominado **centrómero** o constricción primaria. En ocasiones pueden aparecer en los brazos constricciones secundarias, relacionadas con la formación de los nucléolos, que, si se sitúan cerca del final de los brazos, dan lugar a un corto segmento que recibe el nombre de satélite.

En el centrómero aparece una estructura proteica, en forma de disco, denominada **cinetocoro**, que actúa como centro organizador de microtúbulos.

La principal función de los cromosomas es facilitar el reparto de la información genética contenida en la célula madre entre las dos células hijas.

2. La replicación o duplicación es el proceso por el cual el ADN puede formar réplicas exactas de sí mismo. La replicación permite así que las células hijas resultantes tras la división celular reciban la misma información genética que la célula madre. La replicación tiene lugar en la fase S de la interfase.

Para que ocurra la duplicación la célula necesita:

- **ADN molde.**
- **Nucleótidos:** ATP, GTP, CTP, TTP.
- **Proteínas SSB** (evitan que las dos cadenas de ADN se vuelvan a enrollar).
- **Enzimas:**
 - **Helicasas.** Rompen los puentes de hidrógeno que mantienen las dos cadenas de ADN unidas.
 - **Topoisomerasas** (o **ADN girasas**). Desenrollan el ADN y evitan tensiones celulares.
 - **ADN ligasas.** Unen fragmentos de ADN mediante enlaces fosfodiéster al resto de la cadena.
 - **ARN polimerasas** (también llamadas **primasas**). Son enzimas que sintetizan un pequeño fragmento de ARN de unos diez nucleótidos, llamado ARN cebador. Para ello utilizan como molde ADN.
 - **ADN polimerasas** (ADN de unos mil nucleótidos).

En los eucariotas tiene lugar en el núcleo (donde se encuentra el ADN), y en los procariotas, en el nucleoide (región donde se localiza el ADN o cromosoma circular).

El proceso se lleva a cabo de la siguiente forma:

Fase de iniciación

1. La replicación comienza en zonas del ADN donde existen determinadas secuencias de nucleótidos. El punto donde se inicia el proceso lo denominaremos **oriC** (punto de inicio).
2. A partir de ese punto interviene una enzima, la **helicasa**, que separa las hebras de ADN al romper los puentes de hidrógeno que mantenían unidos los nucleótidos complementarios. Las dos cadenas de ADN se separan de manera semejante a una cremallera que se abre. También intervienen las enzimas **topoisomerasas** y **girasas** (eliminan tensiones). Una vez separadas las dos hebras, intervienen las **proteínas SSB**, impidiendo que las dos cadenas se vuelvan a unir.
3. Como consecuencia del proceso se forma una **burbuja de replicación** en la que aparecen dos zonas con forma de Y (llamadas **horquillas de replicación**). En la burbuja se observa una **duplicación bidireccional**. Es decir, la burbuja se va extendiendo a lo largo del cromosoma en los dos sentidos.

Fase de elongación

4. A continuación comienza la síntesis de las hebras complementarias sobre cada una de las cadenas originales.

El proceso se va a llevar a cabo gracias a la enzima **ADN polimerasa III**. Pero para que esta enzima actúe es necesario que exista una cadena corta de ARN (llamado **ARN cebador** o **primer**), de unos 40 o 50 nucleótidos.

El ARN cebador es sintetizado por la **primasa** (que es una enzima **ARN polimerasa**). Para ello utiliza una cadena de ADN como molde y sintetiza por complementariedad un trozo de ARN. Una vez fabricado el trozo de ARN ya sí puede actuar la ADN polimerasa III y sigue fabricando la nueva hebra de ADN.

El ADN polimerasa III recorre la hebra antigua en sentido $3' \rightarrow 5'$ y, por tanto, fabrica la cadena complementaria en sentido $5' \rightarrow 3'$ (es decir, la ADN polimerasa III une nucleótidos en sentido $5' \rightarrow 3'$). La hebra así sintetizada se denomina **hebra conductora o de síntesis continua**.

¿Pero qué ocurre con la otra cadena de ADN molde? El ADN polimerasa solo puede avanzar en sentido $3' \rightarrow 5'$, y la otra cadena está en dirección contraria. En este caso, la síntesis es discontinua y se produce en cortos segmentos. Los fragmentos que se forman se llaman **fragmentos de Okazaki**, y constan de unos 1 000 a 2 000 nucleótidos.

¿Cómo se forma un fragmento de Okazaki?

En primer lugar se forma un corto fragmento de ARN cebador por la primasa (ARN polimerasa). A partir de este fragmento de ARN interviene la ADN polimerasa III y fabrica fragmentos de unos mil nucleótidos de ADN.

A continuación la **ADN polimerasa I** (gracias a su actividad exonucleasa) retira los ARN cebadores y fabrica (gracias a su actividad polimerasa) los segmentos de ADN que faltan.

Por último, tras la eliminación de los ARN cebadores, los fragmentos de Okazaki se unen gracias a la acción de las enzimas **ligasas**. Como consecuencia se forma una hebra, llamada **retardada**, ya que su síntesis es más lenta que la de la hebra conductora.

Fase de finalización

Cada hebra recién sintetizada y la que ha servido de molde se enrollan originando una doble hélice.

En los eucariotas el proceso es muy parecido al de los procariotas, pero cabe destacar algunas diferencias:

- En los eucariotas el ADN es mucho mayor que el ADN procariota. Por ello, en eucariotas existen varios puntos de iniciación (llamado **replicón**) a lo largo del cromosoma. Así, se forman varias horquillas de replicación, lo que acelera el proceso.
- Como el ADN de los eucariotas está asociado a histonas, la replicación debe tener en cuenta la síntesis de estas proteínas. Las histonas originales se mantienen en la hebra conductora, mientras que las nuevas histonas se unen a la hebra de ADN retardada.
- El tamaño de los fragmentos de Okazaki es menor en los eucariotas (100 a 200 nucleótidos), mientras que en los procariotas es de unos 1 000 a 2 000 nucleótidos.
- Existen cinco ADN polimerasas en eucariotas, que se reparten el proceso de replicación de la hebra continua y la hebra retardada, así como la corrección de errores.

OPCIÓN B

1. a) La **autoinmunidad** es un fallo del sistema inmunitario que es incapaz de reconocer como propias determinadas moléculas y, como consecuencia de ello, se originan enfermedades graves que pueden llevar incluso a la muerte del individuo. Las moléculas del propio organismo que origina autoinmunidad se denominan autoantígenos, y provocan la formación de autoanticuerpos y células autorreactivas. Ejemplos de enfermedades autoinmunes son: anemia hemolítica, miastemia gravis, diabetes mellitus, artritis reumatoide, lupus eritematoso sistémico, esclerosis múltiple.
- b) **Inmunodeficiencia**: incapacidad del sistema inmunitario de atajar las enfermedades microbianas. Las causas pueden ser diversas, como trastornos genéticos (hereditarios), fallos en el desarrollo normal de los órganos linfoides primarios o secundarios o bien infecciones víricas. Las inmunodeficiencias conducen a las personas que las padecen a que sean extremadamente sensibles a infecciones microbianas, incluso de aquellos microbios que tienen en condiciones normales una baja patogeneidad, y caigan enfermas de los denominados síndromes de inmunodeficiencia. La inmunodeficiencia puede ser congénita, si se nace con ella, o adquirida, cuando se desarrolla a lo largo de la vida de la persona. Ejemplos de inmunodeficiencia congénita son: enfermedad granulomatosa crónica, angioedema, inmunodeficiencia severa combinada, alifantosis, agammaglobulinemias, etc. Como ejemplos de inmunodeficiencia adquirida podemos citar el sida.
- c) **Hipersensibilidad**: respuesta excesiva del sistema inmunológico que provoca lesiones en los tejidos del organismo (produciendo efectos graves o incluso la muerte) ante un antígeno inocuo o poco peligroso. La hipersensibilidad no se pone de manifiesto con el primer contacto con el antígeno, sino que suele aparecer tras contactos posteriores. Ejemplos de hipersensibilidad son las alergias (hipersensibilidad tipo I o inmediata), la hipersensibilidad mediada por células (hipersensibilidad por contacto), o la enfermedad del suero (inmunodeficiencia III o inducida), etc.
- d) El término **alergia** se utiliza comúnmente para referirse a ciertas reacciones de hipersensibilidad. La alergia se produce cuando el sistema inmunológico desencadena una respuesta inmunitaria

exagerada ante la presencia de moléculas inocuas o poco peligrosas, denominadas **alérgenos** (pelo de animales, esporas de mohos, algunos medicamentos, ciertos alimentos, veneno de abejas...).

- e) **Inflamación:** conjunto de mecanismos inespecíficos de respuesta que se desencadenan cuando hay una rotura celular o penetra en el organismo un antígeno invasor, como una bacteria o virus a través de las barreras mecánicas. La inflamación se manifiesta con una serie de síntomas característicos: rubor (enrojecimiento local), calor, dolor y tumefacción (hinchazón) de la zona afectada.
2. Los anticuerpos son moléculas glucoproteicas que se liberan en la sangre al ser producidas por los linfocitos B o que pueden quedar adheridos a la membrana de los linfocitos B. En el plasma se unen a determinados antígenos específicos, anulando su carácter tóxico o inmovilizando el microorganismo invasor.

Químicamente, los anticuerpos están formados por cuatro cadenas polipeptídicas: dos cadenas **ligeras** (L) iguales y dos cadenas **pesadas** (H), también idénticas. Ligadas a las cadenas H hay dos moléculas de oligosacáridos, de función desconocida. Las cadenas H y L están unidas entre sí por puentes disulfuro. En la base de los brazos de las cadenas H hay una zona, denominada bisagra, constituida por aminoácidos, que permite que los brazos puedan moverse con libertad respecto al resto de la molécula, facilitando así la unión a antígenos con diferentes determinantes antigénicos. Todo ello proporciona a la molécula una estructura tridimensional en forma de Y.

Cada molécula de anticuerpo consta de una región variable, distinta en cada anticuerpo específico, dispuesta en los extremos aminos de las cadenas H y L constante, correspondiente a los extremos de los brazos de la Y. En este lugar, en la zona denominada parátipo, se produce la unión al antígeno en la zona llamada epítipo). El resto de las cadenas H y L se conoce como región constante, idéntica para cada uno de los tipos de anticuerpos o inmunoglobulinas, pero diferente entre ellos. Dicha región, por su extremo carboxilo, es la encargada de unirse a la membrana de los linfocitos B o a la de los macrófagos.

Se conocen cinco tipos diferentes de inmunoglobulinas: IgG, IgM, IgD, IgA e IgE, las cuales se diferencian entre sí por el tipo de cadenas H.

- **IgG o gammaglobulinas:** son los anticuerpos más abundantes de la sangre (80 % del total de inmunoglobulinas). Se unen rápidamente con macrófagos y neutrófilos, provocando la destrucción del microorganismo. Además de unirse a anticuerpos, las IgG son capaces de activar tanto al complemento como a los fagocitos sanguíneos (macrófagos y micrófagos). Pueden atravesar la barrera placentaria y se secretan en la leche materna. Por ello, son responsables de la inmunidad fetal y la del recién nacido.
- **IgM (macroglóbulina):** son los primeros anticuerpos que se producen ante la exposición inicial a un antígeno. Representa el 6 % del total de inmunoglobulina. Aparecen en los linfocitos B unidos a su membrana plasmática. Se manifiestan en la respuesta primaria activando el sistema del complemento y a los macrófagos. Son cruciales en los primeros estadios de la respuesta específica.
- **IgA:** corresponden al 13 % del total de inmunoglobulinas. Se originan en estructuras linfoides subepiteliales y se encuentran en la sangre y en diversas secreciones, como la leche o las lágrimas. Actúan protegiendo la superficie corporal y los conductos secretores. Generan, junto con la inmunoglobulina G, la inmunidad al recién nacido, al encontrarse en la leche.
- **IgE:** se encuentran en concentraciones muy bajas en el suero y secreciones al exterior. Están presentes sobre todo en los tejidos y son las causantes principales de los fenómenos de alergia. Una de sus funciones más importantes es la protección frente a metazoos parásitos.
- **IgD:** aparecen en muy baja concentración (1 %). Son anticuerpos de la superficie de linfocitos B y sirven como receptores de antígenos específicos.

Bloque 1

OPCIÓN A. LOS COMPONENTES QUÍMICOS DE LA CÉLULA

1. Explica las funciones del agua en los seres vivos. (4 puntos)
2. ¿Qué es un sistema tampón? Pon un ejemplo e indica cómo actúa. (4 puntos)
3. Indica qué biomoléculas tienen enlaces a) peptídicos, b) O-glucosídicos, c) disulfuro, d) hemiacetal. (2 puntos)

OPCIÓN B. LA CÉLULA: UNIDAD DE ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

1. Explica las diferencias entre células procarióticas y eucarióticas. (4 puntos)
2. Explica las diferencias entre la pared de la célula bacteriana y la de la célula vegetal. (4 puntos)
3. En la siguiente tabla, relaciona cada orgánulo con su función. (2 puntos)

1. Lisosomas	a. Motilidad
2. Retículo endoplásmico liso	b. Fotosíntesis
3. Cilios	c. Digestión intracelular
4. Cloroplastos	d. Síntesis de lípidos

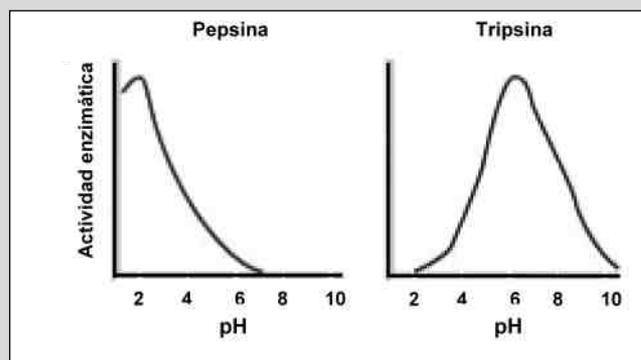
Bloque 2

OPCIÓN A. EL CITOSOL Y LOS ORGÁNULOS CITOPLASMÁTICOS: EL METABOLISMO

1. Explica la estructura de la mitocondria. (3 puntos)
2. Cita qué procesos metabólicos se producen en la mitocondria y localízalos en su estructura. (4 puntos)
3. ¿Cuál es el origen evolutivo de las mitocondrias? (3 puntos)

OPCIÓN B. EL CITOSOL Y LOS ORGÁNULOS CITOPLASMÁTICOS: EL METABOLISMO

1. Define qué es una enzima. (3 puntos)
2. Explica el significado de: (4 puntos)
 - a) Complejo enzima-sustrato.
 - b) Centro activo de una enzima.
 - c) Cofactor.
 - d) Inhibición competitiva.
3. Interpreta estas gráficas y comenta otro factor que afecte la actividad enzimática. (3 puntos)



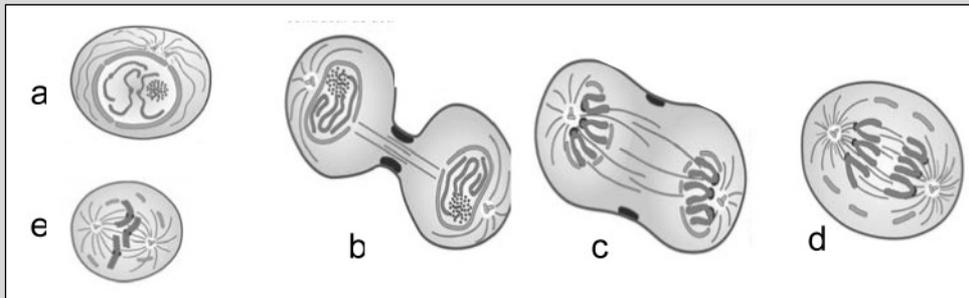
Bloque 3

OPCIÓN A. LA MEMBRANA PLASMÁTICA, EL VACUOMA Y LA DIGESTIÓN CELULAR

1. Haz un esquema e indica en él los componentes estructurales de la membrana plasmática. (3 puntos)
2. Explica brevemente los distintos tipos de transporte a través de la membrana plasmática. (4 puntos)
3. Explica qué es el glicocálix, en qué tipo de células se encuentra. ¿Cuál es su función? (3 puntos)

OPCIÓN B. EL NÚCLEO. ESTRUCTURA DE INFORMACIÓN

1. Cita las principales diferencias entre mitosis y meiosis. (4 puntos)
2. Identifica cada una de las fases del proceso representado en las imágenes y ordénalas temporalmente. (3 puntos)



3. Explica con detalle las fases indicadas con las letras c y d. (3 puntos)

Bloque 4

OPCIÓN A. GENÉTICA MOLECULAR

1. Explica la estructura química del ARN. (3 puntos)
2. Cita las diferencias químicas y estructurales entre ARN y ADN. (3 puntos)
3. Comenta la estructura del ARN transferente y explica su función. (4 puntos)

OPCIÓN B. LOS MICROORGANISMOS. LA INFECCIÓN Y LA INMUNIDAD

1. Relaciona los elementos incluidos en las siguientes columnas: (2 puntos)

1. Bacterias autótrofas	a. Recombinación genética
2. Conjugación	b. Macrófagos
3. Proteínas	c. Fotosíntesis
4. Fagocitosis	d. Anticuerpos

2. Explica las diferencias entre inmunización activa (vacunación) e inmunización pasiva (sueroterapia). (4 puntos)
3. Explica en qué consiste la respuesta primaria y la respuesta secundaria frente a la infección. (4 puntos)

Bloque 1

OPCIÓN A

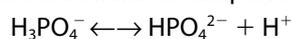
1. Las principales propiedades físico-químicas del agua en los seres vivos son:

- **Elevada fuerza de cohesión entre sus moléculas**, debido a los enlaces de hidrógeno. Ello explica que el agua sea un líquido prácticamente incomprensible, ideal para dar volumen a las células, provocar la turgencia de las plantas, constituir el esqueleto hidrostático de algunos animales, como anélidos. También explica que el agua posea una elevada tensión superficial (su superficie opone una gran resistencia a romperse). Ello permite que determinados organismos puedan desplazarse por la lámina superficial del agua, y la ascensión de la savia bruta por los tubos capilares (capilaridad).
- **Elevado calor específico**. Por ello hace falta mucho calor para elevar su temperatura. Esto convierte al agua en estabilizador térmico del organismo frente a los cambios bruscos de temperatura del ambiente.
- **Elevado calor de vaporización**. Cuando el agua pasa del estado líquido al gaseoso absorbe mucho calor, con el que poder romper los enlaces de hidrógeno. Cuando el agua se evapora en la superficie de un ser vivo absorbe calor del individuo, actuando así como regulador térmico.
- **Mayor densidad en estado líquido que en estado sólido**. Ello explica que el hielo forme una capa superficial termoaislante que permite la vida por debajo ella en mares, lagos, ríos.
- **Elevada constante dieléctrica**. Debido a su polaridad, el agua es un medio idóneo para disolver compuestos iónicos, como las sales minerales, y de compuestos covalentes, como los glúcidos. Esta capacidad de disolvente y su abundancia en el medio, hace que sea el principal disolvente biológico, el vehículo de transporte de sustancias y el medio en el que se desarrollan todas las reacciones bioquímicas del organismo.
- **Bajo grado de ionización**. En el agua líquida solo existe una muy pequeña cantidad de moléculas ionizadas. Ello explica que la concentración de iones hidronios (H_3O^+) y de iones hidroxilo (OH^-) sea muy baja.

Todas estas características permiten que el agua desempeñe un gran número de funciones en los seres vivos, como:

- **Función disolvente de sustancias**. El agua es así el principal medio en el que tienen lugar la mayoría de las reacciones biológicas.
 - **Función de transporte**. El agua permite el transporte de sustancias desde el exterior hacia el interior del organismo y en el propio organismo.
 - **Función estructural**. El volumen celular y la turgencia de las plantas se debe a la presión que ejerce el agua interna.
 - **Función bioquímica**. El agua, además de ser el medio en el que transcurren muchas reacciones, puede participar de forma activa en las mismas, como en las reacciones de hidrólisis.
 - **Función mecánica**. El agua del líquido sinovial de las articulaciones de los vertebrados evita el contacto entre los huesos.
 - **Función termorreguladora**. Debido al elevado calor específico y a su elevado calor de vaporización, el agua permite mantener constante la temperatura interna del organismo, así como eliminar gran cantidad de calor con poca pérdida de agua.
2. Todos los seres vivos mantienen constante el pH de su medio interno. Si variase el pH, muchas reacciones químicas cambiarían su sentido de reacción, y muchas enzimas precipitarían, con lo que se provocarían graves trastornos al organismo, incluso la muerte. Para evitar estas variaciones de pH existen en el organismo los llamados sistemas tampón o disoluciones amortiguadoras. Una disolución tampón o amortiguadora es una disolución capaz de mantener constante el valor del pH, ya que son capaces de neutralizar adiciones de ácidos y de bases que no sean excesivas.

Uno de los principales sistemas tampón intracelular es el tampón fosfato monobásico:



Este sistema mantiene constante el pH interno celular en 7,2. Si en el interior celular se produce un aumento de protones (H^+), el equilibrio se desplazaría hacia la izquierda (según el principio de Le Châtelier), produciéndose un aumento del ion dihidrógeno fosfato ($H_2PO_4^-$) y una disminución de protones y de los iones monohidrógeno fosfato (HPO_4^{2-}). Si por el contrario se produce una disminución, el equilibrio se desplaza en sentido contrario. Así se amortiguarán las variaciones.

Otro ejemplo es el sistema tampón bicarbonato:



El ácido carbónico es muy inestable y enseguida se descompone en dióxido de carbono y agua. Ante una acidez en sangre (exceso de protones), el CO_3^- se une al exceso de H^+ , dando H_2CO_3 , que se descompone inmediatamente en CO_2 y H_2O .

3. a) **Enlaces peptídicos:** en la formación de proteínas. Los aminoácidos, que son los constituyentes de las proteínas (monómeros) se unen entre sí mediante enlaces peptídicos. El peptídico es un enlace covalente de tipo amida que se establece entre el grupo carboxilo de un aminoácido y el grupo amino del siguiente, dando lugar al desprendimiento de una molécula de agua.
- b) **Enlaces O-glucosídicos:** en la formación de polisacáridos. Los monosacáridos, que son los constituyentes de los polisacáridos, se unen entre sí mediante enlace O-glucosídico. Dicho enlace se establece entre dos grupos hidroxilo ($-OH$) de diferentes monosacáridos.
- c) **Enlace disulfuro:** se produce entre dos grupos $-SH$ que pertenecen a sendos aminoácidos cisteína. Se trata de un enlace covalente fuerte que permite el mantenimiento de la estructura terciaria de las proteínas.
- d) **Enlace hemiacetal:** unión de un aldehído con un alcohol. Se trata de un enlace intramolecular (en la misma molécula) que se produce en los monosacáridos de cinco carbonos o más cuando se hidratan (se disuelven en agua). Como consecuencia de dicho enlace el monosacárido deja de presentar forma lineal y adopta una estructura cíclica de forma pentagonal (furano) o hexagonal (pirano). Dicho enlace no supone pérdida o ganancia de átomos, sino reorganización de átomos.

OPCIÓN B

1. Las diferencias entre la célula procariota y eucariota quedan reflejadas en la siguiente tabla:

Propiedades	Procariota	Eucariota
Grupos filogenéticos	Bacteria, Archaeas (organismos unicelulares).	Algas, hongos, protozoos, plantas, animales (tanto en organismos unicelulares como pluricelulares).
Tamaño	Miden entre 1 y 5 micras.	Son más grandes. Muchas miden entre 20 y 50 micras.
Membrana nuclear	Ausente.	Presente.
Núcleo	Ausente. El ADN está condensado en una región del citoplasma denominada nucleoide. No se distinguen nucleolos.	Presente. Con nucleolos.
ADN	Molécula única (cromosoma bacteriano) de doble cadena y circular. Además, presentan plasmidios, pequeños ADN circulares de doble hebra.	Lineal de doble hélice, formando los cromosomas, asociado a histonas.
División	No mitosis. El citoplasma se divide por bipartición.	El núcleo se divide por mitosis o por meiosis. El citoplasma se divide por bipartición, esporulación, gemación o pluripartición.
Reproducción	Asexual por bipartición. Puede haber mecanismos parasexuales (intercambio de material genético).	Sexual, gracias a la meiosis que genera gametos o meiosporas.
Membrana citoplasmática	Habitualmente carece de esteroides, como el colesterol.	Existen generalmente esteroides (en células animales).

Propiedades	Procariota	Eucariota
Membranas internas	La membrana plasmática presenta pliegues internos, denominados mesosomas, con enzimas respiratorios. Las cianobacterias presentan además tilacoides con pigmentos fotosintéticos.	Complejas; retículo endoplasmático; aparato de Golgi.
Ribosomas	70S	80S, salvo los ribosomas de las mitocondrias y los cloroplastos, que son 70S.
Orgánulos membranosos	Ausentes.	Existen varios (aparato de Golgi, RE, vacuolas, lisosomas, mitocondrias, cloroplastos –solo en células vegetales– y peroxisomas).
Sistema respiratorio	Forma parte de la membrana citoplasmática; ausencia de mitocondrias.	En las mitocondrias (realizan la respiración aeróbica).
Pigmentos fotosintéticos	En membranas internas o clorosomas; ausencia de cloroplastos.	En los cloroplastos.
Paredes celulares	Presentes (en la mayoría), compuestas de peptidoglicano (bacteria), otros oligosacáridos, proteína, glicoproteína (<i>Archaea</i>).	Están presentes en plantas, algas, hongos, generalmente de polisacáridos (celulosa, quitina); ausentes en animales y en la mayoría de los protozoos.
Endosporas	Presentes (en algunas), muy termorresistentes.	Ausentes.
Vesículas de gas	Presentes (en algunas).	Ausentes.
Movimiento flagelar	Los flagelos se componen de un solo tipo de proteína cuya disposición da lugar a una fibra que se ancla a la pared celular y la membrana; los flagelos rotan.	Flagelos o cilios; están formados por microtúbulos; no rotan.
Movimiento no flagelar	Motilidad por deslizamiento mediada por vesículas de gas.	Corriente citoplasmática y movimiento ameboide; motilidad por deslizamiento.
Microtúbulos del citoesqueleto	Ausentes.	Presentes; los microtúbulos se encuentran en flagelos, cilios, cuerpos basales, huso mitótico, centriolos.

2. **La pared bacteriana** es una envoltura rígida y fuerte que da forma a la célula bacteriana. Está compuesta principalmente por **peptidoglucano** o **mureína**. La tinción de Gram permite diferenciar dos tipos de bacterias en función de la estructura de la pared: las **Gram positivas** y las **Gram negativas**.

La pared celular de las Gram negativas es delgada y biestratificada. La capa exterior, denominada membrana externa, se constituye de una doble capa de lípidos que contiene un gran número de proteínas, la mayoría enzimas, y lipopolisacáridos proyectados hacia el exterior. La capa interna es una estructura fina, formada por peptidoglucanos.

La pared celular de las Gram positivas es monoestratificada, formada por una capa gruesa de peptidoglucano a la que se asocian proteínas, polisacáridos y ácidos teicoicos.

La pared mantiene la forma de la bacteria frente a las variaciones de presión osmótica. También actúa como membrana semipermeable, regulando el paso de sustancias. Una vez formada resiste el ataque de antibióticos.

La pared celular de las células vegetales es una envoltura rígida y gruesa. Se constituye de una red de fibras de **celulosa**, dispuestas en sucesivas capas, y una matriz, en la que hay agua, sales minerales, pectinas, hemicelulosa, etc. La matriz puede impregnarse de diferentes sustancias, como lignina (confiere rigidez a la pared), suberina y cutina (impermeabilizan las paredes de las células que forman los tejidos protectores) o carbonato de calcio y sílice (dan rigidez a la epidermis de muchas hojas).

Una pared recién formada se constituye de dos capas: la lámina media y la pared primaria. Cuando la célula está diferenciada y deja de dividirse, se puede diferenciar una tercera capa: la pared secundaria.

Lámina media. Es la capa más externa y la primera en formarse. Puede ser compartida por las células adyacentes. Presenta puentes de intercomunicación entre las células vecinas, denominados plasmodesmos. Se compone fundamentalmente de pectinas y proteínas.

Pared primaria. Capa delgada y flexible, de estructura fibrilar situada por debajo de la lámina media, que permite que la célula crezca y se expanda. Propia de las células en crecimiento. Se compone principalmente de pectina, celulosa y hemicelulosa.

Pared secundaria. Capa más interna, que se encuentra por debajo de la pared primaria. Aparece cuando cesa el crecimiento de la célula. Se trata de una capa gruesa y rígida, formada por diferentes subcapas o estratos similares en composición a la pared primaria, aunque con mayor proporción de celulosa que forman microfibrillas regularmente ordenadas en paralelo. En ocasiones contiene también lignina, ceras, suberina, etc.

Funciones de la pared celular

- Constituye el exoesqueleto de la célula vegetal, confiriendo rigidez al organismo y contribuyendo al mantenimiento de su forma.
- Evita que la célula se rompa, interviniendo en el mantenimiento de la presión osmótica intracelular.
- Sirve como barrera frente al paso de patógenos.
- Impermeabiliza la superficie vegetal de algunos tejidos, gracias a su impregnación de sustancias como suberina, lo que evita las pérdidas de agua.

3. 1c, 2d, 3a, 4b.

Bloque 2

OPCIÓN A

1. Las mitocondrias son los orgánulos de las células eucariotas aerobias que se encargan de la obtención de energía (ATP) mediante la respiración celular. Aparecen en el citoplasma de todas las células eucariotas, tanto animales como vegetales. Aparecen en un número variable según el tipo de células, siendo abundantes en aquellas que requieren un elevado aporte de energía, como los hepatocitos o las células del tejido muscular.

Estructura de las mitocondrias. De fuera a dentro las mitocondrias constan de:

Membrana mitocondrial externa: limita por completo a la mitocondria. Posee un gran número de proteínas transmembrana que actúan como canales de penetración. Es permeable debido a la presencia de proteínas porinas, que forman canales en la membrana, a través de los cuales pasan moléculas de gran tamaño.

Membrana mitocondrial interna: presenta numerosas invaginaciones, denominadas crestas mitocondriales, que incrementan su superficie. Es bastante impermeable y carece de colesterol. En ella se localizan las cadenas de transporte electrónico y los complejos formadores de ATP, las ATP-sintetasas, constituidas de tres partes: una base hidrófoba, que se ancla en la membrana, un pedúnculo o región F0 y una esfera o región F1, que es donde se catalizan las reacciones de síntesis de ATP.

Espacio intermembranas: se sitúa entre la membrana externa e interna. Contiene una matriz de composición parecida al citoplasma.

Matriz mitocondrial: medio interno que contiene ADN mitocondrial circular de doble cadena, ribosomas 70S (semejantes a los de las bacterias), enzimas metabólicos y que intervienen en la duplicación del ADN mitocondrial y en la síntesis de proteínas, así como ARN y diferentes iones.

2. Los procesos metabólicos que se producen en la mitocondria son:
 - Ciclo de Krebs: tiene lugar en la matriz de la mitocondria.
 - Cadena respiratoria: ocurre en la membrana interna de la mitocondria.
 - Fosforilación oxidativa: se realiza en las partículas ATP-sintetasas, localizadas en la membrana interna de la mitocondria.
 - B-oxidación de los ácidos grasos: tiene lugar en la matriz mitocondrial.
 - Concentración de sustancias en la matriz.
 - Duplicación, transcripción y traducción del ADN mitocondrial, que tiene lugar en la matriz mitocondrial.
3. Según la **teoría endosimbiótica** propuesta por Lynn Margulis, las mitocondrias, al igual que los cloroplastos y otras estructuras celulares (como los flagelos), son descendientes de bacterias (organismos procariotas) que fueron incorporadas (endocitadas) por otras células de mayor tamaño que sirvieron de huésped (llamadas urcariota) y que vivían anaeróbicamente, estableciéndose entre ambas una relación de simbiosis. Concretamente, las bacterias son descendientes de primitivas bacterias aerobias.

La teoría se apoya en diferentes pruebas, como: las mitocondrias y los cloroplastos poseen su propio ADN, de doble cadena y circular como el de las bacterias, además de ribosomas 70S similares a los que podemos encontrar en las células de las bacterias, y diferentes tipos de ARN, por lo que son capaces de sintetizar proteínas. Así, el ADN y ARN pueden duplicarse y sintetizarse independientemente del ADN nuclear. Por otro lado, mitocondrias y cloroplastos son similares en tamaño a las bacterias, y como ellas, se dividen por bipartición, por lo que son capaces de transmitir información genética. Sin embargo, tanto las mitocondrias como los cloroplastos son semiautónomos, por lo que necesitan de la célula eucariota en la que viven para llevar a cabo determinados procesos. Aunque el contenido en ADN de mitocondrias y cloroplastos es inferior al que poseen actualmente las bacterias, se piensa que dichos orgánulos perdieron parte de su genoma en las primeras fases de la evolución, produciéndose una transferencia desde el ADN del orgánulo hacia el ADN nuclear.

OPCIÓN B

1. Las enzimas, a excepción de las ribozimas que son unos ARN con función catalítica, son proteínas globulares que actúan como biocatalizadores de las reacciones biológicas. Actúan desminuyendo la energía de activación y, por tanto, aumentando la velocidad de la reacción.

Todos los enzimas cumplen las siguientes características:

 - Actúan incluso en cantidades pequeñas.
 - No se modifican a lo largo de la reacción.
 - No se consumen durante la reacción, así que al final de la misma hay igual cantidad de enzima que al principio.
 - Son muy específicas. Así actúan en una determinada reacción sin alterar otra.
 - Actúan siempre a temperatura ambiente, es decir, a la temperatura del ser vivo.
 - Presentan un peso molecular muy elevado.
2. a) **Complejo enzima-sustrato:** en las reacciones en las que hay un solo sustrato (S), la enzima (E) actúa fijando al sustrato en su superficie (adsorción) mediante enlaces débiles, formándose el llamado complejo enzima-sustrato.
- b) **Centro activo de la enzima:** región de la enzima que se une al sustrato. Los centros activos de una enzima están formados por aminoácidos, tienen una estructura tridimensional en forma de hueco que facilita el anclaje al sustrato y constituyen una parte muy pequeña del volumen total de la enzima.
- c) **Cofactor:** algunas enzimas, llamadas holoenzimas, no son exclusivamente proteicas, sino que están constituidas además por una parte no proteica, denominada cofactor. Los cofactores pueden ser inorgánicos (cationes metálicos como Zn^{2+} , Ca^{2+} ...) o moléculas orgánicas complejas.

Si dicha molécula orgánica se une débilmente a la fracción proteica o apoenzima de la enzima se denomina coenzima. Los principales coenzimas son: ATP, NAD⁺, NADP⁺, FAD, FMN, etc.

d) Inhibición competitiva: tipo de inhibición reversible en la que el inhibidor (molécula similar al sustrato) se une al centro activo de la enzima, impidiendo la unión de esta con el sustrato. Por tanto, la enzima no puede actuar hasta que se libera de dicho inhibidor. Como la unión es reversible, un descenso en la concentración del inhibidor, o un aumento en la de sustrato, permite el desplazamiento del inhibidor.

3. Las gráficas muestran el comportamiento de dos enzimas proteolíticas diferentes ante variaciones del pH del medio. Las enzimas presentan dos valores límites de pH entre los cuales son eficaces; tras pasados esos valores las enzimas se desnaturalizan y dejan de actuar. Entre los dos límites existe un pH óptimo en el que la enzima presenta su máxima eficacia. El pH está condicionado por el tipo de enzima y de sustrato, debido a que el pH influye en el grado de ionización de los radicales del centro activo de la enzima y también de los radicales de sustrato. En el caso de la enzima pepsina su valor óptimo es a pH = 2 (pH ácido) y en la enzima tripsina su valor óptimo es a pH = 6.

Otros factores que influyen en la actividad de una enzima son:

- **Temperatura.** La variación de temperatura provoca cambios en la estructura terciaria o cuaternaria (si la tuviesen) de las enzimas, alterando su función biológica. Cada enzima posee una temperatura óptima de funcionamiento. Si la temperatura aumenta, se dificulta la unión enzima-sustrato. A partir de cierta temperatura la enzima se desnaturaliza, perdiendo así su estructura terciaria o cuaternaria, por tanto, su función biológica.
- **Inhibidores.** Los inhibidores son sustancias que disminuyen la actividad de una enzima o impiden completamente la actuación de la misma. Pueden ser perjudiciales o beneficiosos.

Bloque 3

OPCIÓN A

1. Los principales componentes de la membrana plasmática son:

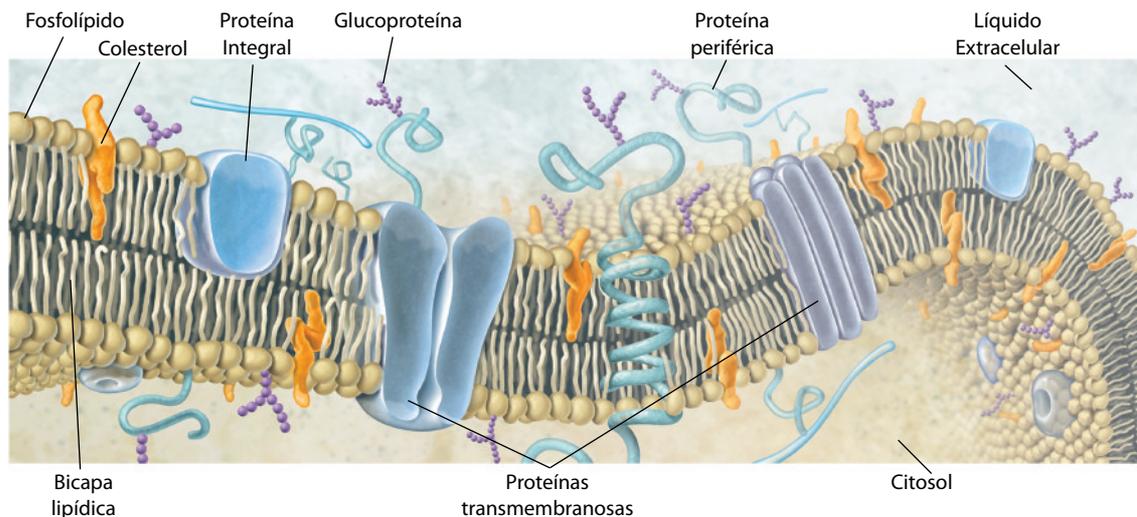
- **Lípidos** (52,5 %). Como fosfolípidos, glucolípidos y esteroides, entre los que se encuentra el colesterol.
- **Proteínas** (40 %). Según su disposición en la membrana se pueden clasificar en dos tipos:
 - **Proteínas integrales o intrínsecas o transmembranas.** Se encuentran inmersas en la bicapa lipídica.
 - **Proteínas periféricas o extrínsecas.** Se sitúan adosadas a la membrana, tanto al exterior como al interior.
- **Glúcidos** (8,5 %). Destacan los oligosacáridos, formando glucoproteínas o glucolípidos. Constituyen la cubierta extracelular o glucocálix.

La membrana plasmática es una delgada lámina que envuelve completamente a la célula y la separa del medio externo. En la actualidad, el modelo que explica la estructura de la membrana plasmática es el del mosaico fluido, propuesto por Singer y Nicholson en 1972, dada la facilidad de todas las moléculas que la constituyen de moverse lateralmente. Según este modelo, la membrana está formada por una doble capa de lípidos (fosfolípidos) a la que están adosadas proteínas, que pueden situarse a ambas caras de la superficie de dicha membrana o incrustadas en la misma (proteínas transmembrana). Los fosfolípidos se disponen en la bicapa con las zonas hidrófilas hacia fuera, mientras que las zonas hidrófobas quedan enfrentadas hacia el interior.

En la cara externa de la membrana aparece el glucocálix, constituido por el conjunto de cadenas de oligosacáridos pertenecientes a los glucolípidos y a las glicoproteínas de la membrana celular.

La membrana plasmática es una estructura asimétrica en la que los glucolípidos y las glucoproteínas solo aparecen en la cara externa. Así mismo, las proteínas de la membrana se distribuyen de forma heterogénea, ya que algunas solo se disponen en la superficie externa, mientras que otras son específicas de la cara interna.

Otro lípido que aparece en las membranas es el colesterol, que se fija al resto de los componentes lipídicos, disminuyendo la fluidez de las membranas. También impide que los lípidos de la membrana se unan entre sí, lo que produciría la ruptura de la bicapa.



2. El transporte a través de la membrana plasmática se puede llevar a cabo de diferentes formas:

a) Transporte de moléculas de baja masa molecular. Existen las siguientes modalidades:

1) **Transporte pasivo.** Se efectúa a favor de gradiente, por lo que no implica gasto de energía. Dicho transporte puede darse por dos tipos:

- **Difusión simple.** Implica el paso de moléculas pequeñas, solubles, a través de la membrana, como etanol, O_2 , CO_2 , urea, etc. La difusión de agua se realiza por el proceso de ósmosis. Determinadas moléculas pasan a través de canales proteicos dispuestos en la membrana.
- **Difusión facilitada.** Permite el transporte de moléculas polares (aminoácidos, glucosa, etc.). Dicho transporte es llevado a cabo por proteínas transmembranas específicas (proteínas transportadoras o permeasas). Dichas proteínas se unen a la molécula que van a transportar y sufren un cambio de conformación que arrastra a dicha molécula hacia el interior de la célula.

2) **Transporte activo.** En este proceso también actúan proteínas de membrana, pero requieren energía en forma de ATP. Dicho mecanismo de transporte se realiza en contra de gradiente (ya sea de carga o eléctrico). Un ejemplo es la bomba Na^+/K^+ .

La bomba Na^+/K^+ requiere una proteína transmembranosa que bombea Na^+ hacia el exterior de la membrana y K^+ hacia el interior. Esta proteína actúa contra el gradiente gracias a su actividad como ATPasa, ya que rompe ATP para obtener la energía necesaria para el transporte.

b) Transporte de moléculas de elevada masa molecular. Existen dos mecanismos:

1) **Endocitosis.** Proceso por el que la célula capta moléculas del exterior celular mediante invaginaciones de la membrana. En dichas invaginaciones engloba la partícula que quiere transportar. Seguidamente se produce el estrangulamiento de la invaginación, originándose una vesícula que contiene el material ingerido. La endocitosis, según el material ingerido, puede ser de dos tipos:

- **Pinocitosis:** cuando la célula ingiere líquidos y sustancias disueltas que almacena en pequeñas vesículas.
- **Fagocitosis:** cuando la célula ingiere partículas grandes de alimento, o incluso microorganismos en el interior de grandes vesículas o endosomas. La fagocitosis es un proceso que realiza la célula para obtener alimento del exterior. El endosoma termina uniéndose a los lisosomas, que contienen enzimas digestivas, originando una vacuola digestiva en cuyo interior las enzimas digieren el alimento.

2) **Exocitosis.** Proceso por el cual la célula expulsa macromoléculas transportadas por vesículas al exterior de la misma. Para ello, la vesícula que contiene el material a expulsar se fusiona con la membrana plasmática.

3. El glucocálix es el conjunto de cadenas de oligosacáridos pertenecientes a los glucolípidos y glicoproteínas de la membrana celular. Aparece en la cara externa de la membrana plasmática de muchas células animales, dando el aspecto al microscopio de un fino y corto terciopelo. El glucocálix realiza varias funciones, entre las que destaca el reconocimiento celular. Las cadenas de oligosacáridos de la cara externa de la membrana actúan como señales que deben ser reconocidas para poder interrelacionarse con la célula que las posee. Así, moléculas, virus, bacterias y otras células solo pueden penetrar o relacionarse con la célula si son capaces de reconocer a estos receptores de membranas.

OPCIÓN B

1.	Mitosis	Meiosis
	<ul style="list-style-type: none"> - No precisa que los cromosomas estén emparejados, por lo que puede ocurrir tanto en células haploides como diploides. - El núcleo se divide una sola vez. - Se originan dos células hijas idénticas entre sí y con los mismos cromosomas que la madre. - No ocurre sobrecruzamiento entre cromosomas homólogos. - Durante la anafase se separan las cromátidas hermanas. - Los cromosomas de las células hijas son idénticos a los de la célula madre. - Se produce en las células somáticas. - Es un proceso corto (puede durar de 1 a 2 horas). 	<ul style="list-style-type: none"> - Solo se produce en células con un número diploide de cromosomas, ya que precisa que estos estén emparejados. - El núcleo se divide dos veces. - Se originan cuatro células hijas diferentes, con la mitad de cromosomas que la madre. - Durante la primera división meiótica tiene lugar el sobrecruzamiento entre cromosomas homólogos. - Durante la primera división meiótica se separan pares de cromosomas homólogos. En la segunda división se separan cromátidas. - Los cromosomas de las células hijas contienen nuevas combinaciones y son distintos entre sí y diferentes a los de la célula madre. - Solo se da en las células madre de los gametos. - Es un largo proceso. Por ejemplo, en el hombre puede durar 24 días y en la mujer varios años.

2. Los dibujos representan diferentes fases del proceso de mitosis de una célula animal con 3 cromosomas ($n = 3$), es decir, haploide.
- a) Profase.
 - e) Metafase.
 - d) Anafase.
 - c) Telofase.
 - b) Citocinesis.
3. Anafase (d)
- Las dos cromátidas de cada cromosoma se separan, y cada una se dirige hacia un polo opuesto de la célula, arrastradas por los microtúbulos cinetocóricos.
 - La anafase concluye cuando cada cromátida de cada cromosoma llega a un polo de la célula, los microtúbulos se despolimerizan completamente.

Telofase (c)

- Comienza cuando las cromátidas han alcanzado su polo correspondiente.
- Se desespiralizan los cromosomas y se reconstruye la cromatina.
- Desaparecen las fibras del huso acromático.
- Se forman los nucleolos, elaborados por la región organizadora nucleolar de ciertos cromosomas.
- Reaparece la membrana nuclear alrededor de cada grupo de cromosomas, una en cada polo de la célula. En este momento la célula tiene ya dos núcleos, constituido cada uno por tres cromosomas.

Bloque 4**OPCIÓN A**

1. El ARN (ácido ribonucleico) es un ácido nucleico constituido por ribonucleótidos. Cada ribonucleótido a su vez está integrado por una base nitrogenada (adenina, guanina, citosina o uracilo), un azúcar de cinco átomos de carbono (ribosa) y un ácido fosfórico. La base nitrogenada se une al azúcar mediante un enlace N-glucosídico, formando un nucleósido. El ácido fosfórico se une al nucleósido mediante

un enlace éster. Los diferentes ribonucleótidos que constituyen el ARN se unen entre ellos por enlace fosfodiéster.

El ARN suele estar formado por una sola cadena, aunque en algunos virus puede ser bicatenario. En ocasiones, la cadena de ARN presenta apareamiento de bases nitrogenadas, lo que hace que aparezcan tramos bicatenarios, originados por el plegamiento de la cadena sobre sí misma. Esto da lugar a horquillas y bucles. Generalmente, el ARN es una cadena mucho más corta que el ADN, y puede aparecer tanto en el núcleo como en el citoplasma de las células eucariotas.

2. Las principales diferencias entre el ADN y el ARN son:

- Los nucleótidos de ADN contienen como azúcar la desoxirribosa y como bases nitrogenadas A, G, C y T. Los nucleótidos de ARN poseen como azúcar la ribosa y como bases nitrogenadas A, G, C y U.
- En la mayoría de los organismos el ADN es una molécula bicatenaria (salvo en algunos virus), mientras que el ARN es monocatenaria (salvo en reovirus). En algunos casos, como el ARNt, existe un apareamiento de bases intracatenarias, lo que hace que aparezcan tramos bicatenarios, originados por el plegamiento de la cadena sobre sí misma.
- El ADN, asociado o no a proteínas nucleares, puede llegar a adoptar estructuras superenrolladas o empaquetadas.
- El ADN tiene como función almacenar, conservar y transmitir la información genética de células padres a hijas. El ARN tiene como función básica articular los procesos de expresión de la información genética del ADN en la síntesis de proteínas. Existen diversos tipos de ARN: ARN mensajero, ARN ribosómico y ARN de transferencia.
- Las cadenas de ARN son más cortas que las de ADN y pueden aparecer tanto en el núcleo como en el citoplasma, mientras que el ADN solo se localiza en el núcleo o en el interior de mitocondrias y cloroplastos.

3. El ARN transferente o soluble es un ARN no lineal, que contiene entre 70 y 90 nucleótidos.

Se encuentra en el citoplasma en forma de molécula dispersa. Se trata de un ARN monocatenario, pero en él se pueden observar tramos de doble hélice intracatenaria, es decir, entre las bases que son complementarias, dentro de la misma cadena, lo que confiere a la molécula una forma de hoja de trébol. Esta estructura se estabiliza mediante puentes de hidrógeno.

Además de los nucleótidos de adenina, guanina, citosina y uracilo, el ARN transferente presenta otros nucleótidos con bases metiladas (como dihidrouridina, ribotimidina, inopina, metilguanosina, etc.). Estos nucleótidos no pueden emparejarse, y su existencia genera puntos de apertura en la hélice, produciendo bucles.

En el ARNt se distinguen tres tramos (brazos). En uno de ellos aparece una secuencia de tres nucleótidos, denominada **anticodón**. Esta secuencia es complementaria con una secuencia del ARNm, el **codón**. En el brazo opuesto, en el extremo 3' de la cadena, se une un **aminoácido específico** predeterminado por la secuencia de anticodón. El extremo 3' está formado por tres bases nitrogenadas (ACC) sin aparear. En el extremo 5' hay un triplete de bases nitrogenadas en el que siempre existe guanina y un ácido fosfórico libre.

Además, el ARNt posee dos brazos denominados brazo T (por llevar timina) y brazo D, zona por donde se une la enzima que cataliza su unión con el aminoácido.

La **función** del ARNt consiste en llevar un aminoácido específico al ribosoma. En él se une a la secuencia complementaria del ARNm, mediante el anticodón. A la vez, transfiere el aminoácido correspondiente a la secuencia de aminoácidos que está formándose en el ribosoma.

OPCIÓN B

1. 1c, 2a, 3d, 4b.

2. **Suero.** Porción líquida de la sangre (plasma) que no contiene células sanguíneas, pero sí muchas proteínas, incluyendo anticuerpos. Se obtienen a partir de animales domésticos (como el caballo), a los que se les ha infectado previamente con el microorganismo para que produzcan anticuerpos o bien obtenidos de animales que de forma natural presentan un gran número de anticuerpos contra el microbio. Los anticuerpos del suero del animal son los que se encargan, en la sangre del paciente, de anular a los antígenos de los microorganismos.

Vacunas. Preparados antigénicos propios de una enfermedad, ya sean del microorganismo atenuado o muerto, que producen inmunidad específica al estimular una respuesta inmune.

Así, los sueros producen inmunidad artificial pasiva, mientras que las vacunas producen inmunidad artificial activa. Los sueros ayudan, por tanto, al organismo a combatir una enfermedad cuando esta ya se ha manifestado, o cuando se sospecha de que el germen causante de la misma ya ha penetrado en el organismo. Por el contrario, la vacunación se utiliza como método preventivo de las enfermedades infecciosas. Así mismo, la resistencia que provoca la sueroterapia es de pocos meses, mientras que la vacunación puede ser de por vida.

3. Se conocen dos tipos de respuesta inmune frente a la infección: la primaria y la secundaria.
- **Respuesta inmune primaria.** Es la que se produce ante el primer contacto con un determinado antígeno. Al cabo de varios días de este contacto empiezan a aparecer anticuerpos en la sangre del animal infectado cuya producción varía en aumento exponencial hasta una fase estacionaria en la que empiezan a declinar. Los anticuerpos que se forman en esta respuesta son del tipo de las IgM. Al cabo de varias semanas estas IgM son casi imperceptibles en la sangre.
 - **Respuesta inmune secundaria.** Cuando el aparato inmunológico detecta por segunda vez la presencia del mismo antígeno, origina una respuesta bastante distinta de la anterior: hay menos retraso entre la entrada del antígeno y la aparición de anticuerpos, que son del tipo de las IgG. Estos anticuerpos tienen una mayor afinidad por el antígeno, siendo su producción mucho más rápida, los valores de concentración de estas Ig en la sangre son mayores y su persistencia en la sangre es muy superior (hasta varios años). La respuesta inmune secundaria es tan rápida y eficaz que en numerosas ocasiones el antígeno es eliminado antes de que el individuo padezca algún síntoma apreciable. Las características de esta respuesta secundaria (mucho más rápida, intensa y de larga duración) se deben a la memoria inmunológica. Ello es debido a los linfocitos, algunos de los cuales, tras el primer contacto con el antígeno, se transforman en células de memoria (B o T) de larga duración, que permanecen en el individuo largo tiempo, incluso después de eliminar el antígeno por completo.
- Los linfocitos de memoria están circulando continuamente en la sangre y en los órganos linfoides secundarios, por lo que rápidamente detectan una nueva entrada del antígeno, gracias a la mayor avidez de sus receptores de superficie por el antígeno, desencadenando una rápida producción de IgG.

