

Índice

PAU junio 2008	96
Resolución PAU junio 2008	98
PAU septiembre 2007	108
Resolución PAU septiembre 2007	110
PAU junio 2007	119
Resolución PAU junio 2007	121

Información extraída de los textos Pruebas de Acceso a la Universidad. 2007-2008 y 2006-2007 publicados por el Servicio de publicaciones de la Universidad de Cantabria.

Criterios generales:

1. El examen consta de siete preguntas, ocho en las convocatorias de junio y septiembre de 2007, cada una de ellas con una opción «a» y una opción «b». De entre las dos opciones propuestas, el alumno deberá elegir una para responder, pudiendo seleccionar indistintamente la opción «a» o la opción «b» en cada pregunta.
2. El alumno ha de indicar de manera clara el número y la opción de la cuestión que desarrollará a continuación; se recomienda que el orden sea el mismo que se establece en este cuestionario.
3. El ejercicio se puntúa sobre 10, todas las cuestiones tienen igual puntuación.
4. Los esquemas o dibujos que se presenten han de ser claros y bien indicadas cada una de sus partes.
5. Serán desestimadas las contestaciones no centradas en el ámbito de la cuestión planteada. Se valorará positivamente la capacidad del alumno para sintetizar y exponer limpia y ordenadamente el contenido de cada respuesta.

Además, serán tenidos en cuenta los errores conceptuales que se aprecien en la contestación.

Opciones A y B

1. **Opción A.** Identifica el tipo de biomolécula que aparece en la **figura 1**. Cita dos polímeros (moléculas) de este tipo presentes en animales y dos en vegetales, indicando en cada caso sus funciones más relevantes.

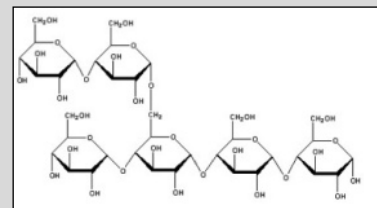


Figura 1

Opción B. Indica qué tipo de lípidos no pueden formar por sí solos micelas en un medio polar. Razona la respuesta. ¿Cuáles son las funciones biológicas más relevantes de estos lípidos no formadores de micelas?

2. **Opción A.** Cuando se representa la cinética de catálisis enzimática de una enzima frente a un sustrato, en diferentes condiciones de pH y la misma temperatura de reacción, se obtiene el resultado que aparece en la **figura 2**. Comenta el resultado obtenido y razona el comportamiento de la enzima en el ensayo teniendo en cuenta criterios estructurales.

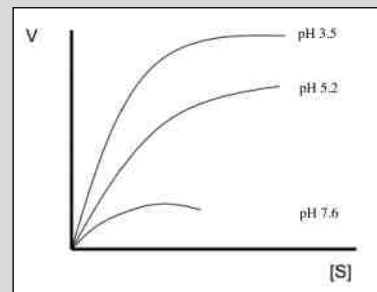


Figura 2

Opción B. ¿Se podría aumentar la velocidad de un determinado proceso enzimático sin aumentar la cantidad de enzima presente en la reacción? ¿Tiene un límite este comportamiento enzimático?

Razona las respuestas.

Nota: considerar temperatura y pH constantes.

3. **Opción A.** ¿En qué forma ha contribuido la tecnología del ADN recombinante al desarrollo de la biotecnología moderna? Comenta un proceso biotecnológico en el que se utilice esta tecnología, y explica en qué parte del mismo interviene la ingeniería genética.

Opción B. Describe brevemente el papel desempeñado por cada uno de los elementos de la defensa inmune innata ante la presencia de bacterias patógenas.

4. **Opción A.** La disminución de grasas en la dieta no reduce necesariamente el riesgo de padecer obesidad si se mantiene alta la ingesta de hidratos de carbono.

¿Cómo se explica este comportamiento a nivel metabólico?

Opción B. En el fenómeno biológico representado en **opción A** la **figura 3** identifica la estructura **A** y la ruta metabólica **B**. Pon nombre a los interrogantes y comenta el papel del ATP y del NADPH en este proceso.

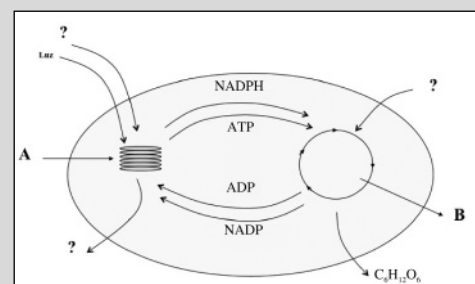


Figura 3

5. **Opción A.** Una célula ($2n$) que va a entrar en meiosis tiene dos pares de cromosomas homólogos como los de la **figura 4**. Dibuja la dotación cromosómica (número y tipo de cromátidas) que tendrán:

a) las dos células resultantes de la primera división meiótica y b) todas las que resultan de la segunda división meiótica.

Nota: indicar en cada caso color de las cromátidas.

Opción B. Dibuja un esquema donde se represente el ciclo celular de una célula diploide ($2n$), indicando los fenómenos que tienen lugar en cada

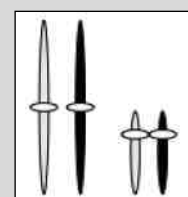


Figura 4

una de las fases. Señala además el número de moléculas de ADN que hay en cada parte del ciclo: n , $2n$, etc. ¿Cómo se vería alterado el ciclo si esta célula se volviese cancerosa? Razona la respuesta.

6. **Opción A.** En el esquema de la **figura 5** se representa la transmisión de una determinada enfermedad en una familia. Considerando individuos sanos los representados en blanco. ¿Qué tipo de transmisión sigue la enfermedad en estudio: autosómica dominante o recesiva ligada a sexo? Razona tu respuesta e indica los genotipos de los individuos: A, B, C y D compatibles con tu razonamiento.

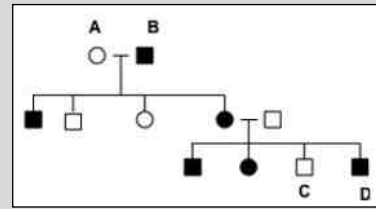


Figura 5

Opción B. Al comparar la secuencia del gen «g» entre un individuo normal y otro que padece una enfermedad asociada a un alelo mutante de ese gen (denominado «gm»), se comprueba que el mutante tiene en su secuencia un nucleótido de más. Se observa, además, que el producto de la expresión del gen normal («g») es un polipéptido de 100 aminoácidos mientras que el de «gm» tan solo tiene 80 aminoácidos. Teniendo presentes las características del código genético, explica la relación existente entre la mutación y el polipéptido anómalo. ¿Por qué crees que el alelo mutante produce la enfermedad?

7. **Opción A.** Identifica la estructura que aparece representada en la **figura 6** e indica su función biológica. Dibuja la estructura de la foto e indica en el dibujo las partes más importantes de la misma.



Figura 6

Opción B. Representa, mediante dibujos independientes, cada uno de los diferentes mecanismos de transporte de soluto polar a través de la membrana celular. Acompaña cada dibujo de un breve comentario, donde se explique el mecanismo del tipo de transporte representado.

Nota: incluir en el dibujo la bicapa lipídica.

Opciones A y B

1. **Opción A.** Se trata de un polisacárido (homopolisacárido), concretamente de un polímero de α -D-glucosas unidas por enlaces α (1 \rightarrow 4) y α (1 \rightarrow 6) en los puntos de ramificación. Podría tratarse del almidón o del glucógeno.

Los homopolisacáridos son polímeros de monosacáridos formados por un solo tipo de monosacáridos. Los homopolisacáridos se clasifican según el número tipo de monosacárido que se repite y según el tipo de enlaces. Podemos encontrar enlaces tipo α y enlaces tipo β .

Los enlaces α son más débiles y se rompen y forman con facilidad, por lo que pueden hidrolizarse con facilidad, encontrándose en polisacáridos que desempeñan funciones de reserva energética.

Por el contrario, los enlaces β son mucho más estables, confieren gran resistencia a la hidrólisis del polisacárido, siendo característicos de los homopolisacáridos con función estructural.

Como homopolisacáridos con función de reserva encontramos:

- En animales: glucógeno.
- En vegetales: almidón.

Como homopolisacáridos con función estructural encontramos:

- 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. Los lípidos que no pueden formar micelas son los que no poseen ácidos grasos en su molécula. Los ácidos grasos son compuestos anfipáticos; es decir, poseen una parte polar hidrófila, formada por el grupo carboxilo ($-\text{COOH}$), y una parte apolar o hidrófoba, formada por la cola. Debido a esta característica, al entrar en contacto con una sustancia polar, como el agua, los ácidos grasos se orientan formando grupos denominados micelas. Estas pueden ser monocapas o bicapas. En las micelas monocapa los ácidos grasos orientan sus cabezas polares hacia el agua, interaccionado con ellas, mientras que las colas ocupan el interior de la micela. En las bicapas las colas apolares se sitúan enfrentadas, dispuestas hacia el interior, mientras que las colas apolares se disponen a ambos lados de la bicapa.

Entre los lípidos que no poseen ácidos grasos o insaponificables se distinguen tres tipos:

- a) **Terpenos.** Moléculas lineales o cíclicas formadas por la polimerización del isopreno (2-metil-1,3-butadieno). En este grupo encontramos sustancias que cumplen funciones muy variadas, entre las que se pueden citar:
- Esencias vegetales, como el mentol, el geraniol, limoneno, alcanfor, eucaliptol, vainillina.
 - Vitaminas, como la A, la E, la K.
 - Pigmentos vegetales, como la carotina y la xantofila.
- b) **Esteroides.** Derivan del esterano o ciclopentanoperhidrofenantreno (tres anillos de ciclohexano unidos a un ciclopentano).

Los esteroides se diferencian entre sí por la posición de los doble enlaces, y el tipo de grupos funcionales que poseen. Comprenden dos grandes grupos de sustancias:

- **Esteroles.** Esteroides que poseen un grupo hidroxilo (–OH) unido al carbono 3 y una cadena alifática en el carbono 17. Los esteroles son el grupo más numeroso de los esteroides. Entre ellos podemos citar: el colesterol, los ácidos biliares, las vitaminas D y el estradiol.

El colesterol forma parte de las membranas biológicas de las células animales, lo que influye en la fluidez de las mismas (mantiene su fluidez frente a las fluctuaciones de temperatura y grado de insaturaciones) y en su permeabilidad (diminuyéndola frente a moléculas solubles en agua). En la sangre se une a lipoproteínas del plasma. Se forma a partir de la ciclación del triterpeno escualeno.

Ácidos biliares. Se producen en el hígado a partir del colesterol. Componen la bilis, donde se encuentran formando sales. Actúan emulsionando las grasas en el intestino, lo que favorece la acción de las lipasas y su posterior absorción intestinal.

Vitaminas D. Conjunto de esteroles que regulan el metabolismo del calcio y su absorción intestinal. La síntesis de estas vitaminas es inducida en la piel por los rayos ultravioletas.

Estradiol. Hormona encargada de regular la aparición de los caracteres sexuales secundarios femeninos.

- **Hormonas esteroideas.** Se caracterizan por la presencia de un átomo de oxígeno unido al carbono 3 mediante un doble enlace. Hay dos grupos:

Hormonas suprarrenales. Se sintetizan en las cápsulas suprarrenales. Entre ellas destacan la aldosterona, que regula el funcionamiento del riñón, y el cortisol, que actúa en el metabolismo de los glúcidos, regulando la síntesis de glucógeno.

Hormonas sexuales. Entre ellas se encuentran la progesterona, que prepara los órganos sexuales femeninos para la gestación, y la testosterona, responsable de los caracteres sexuales masculinos. Son derivados del ciclopentanoperhidrofenantreno esterano.

- c) **Prostaglandinas.** Se forman por ciclación de ácidos grasos poliinsaturados. Las funciones de las prostaglandinas en el organismo son muy diversas. Entre ellas destaca la producción de sustancias que regulan la coagulación de la sangre y cierre de las heridas; la aparición de la fiebre como defensa de las infecciones; la reducción de la secreción de jugos gástricos. Funcionan como hormonas locales.

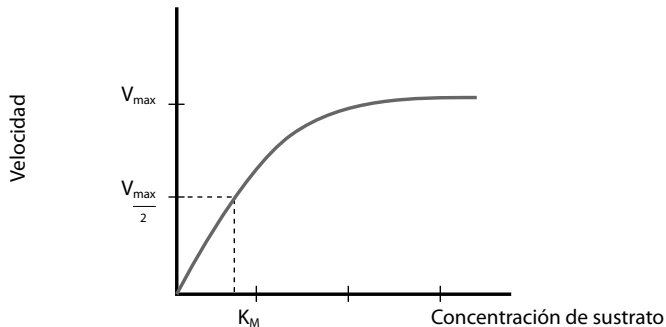
2. **Opción A.** La velocidad de reacción conseguida por una enzima, además de depender de la concentración del sustrato, depende de otros factores, como la temperatura y el pH.

Todas las enzimas presentan dos valores de pH entre los cuales son eficaces, tras pasados estos 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 óptimo 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 del sustrato.

En el ejemplo propuesto, la enzima trabaja mejor a $\text{pH} = 3,5$. Los valores superiores a este pH provocan un descenso de la velocidad enzimática, debido a cambios eléctricos de los radicales de los aminoácidos que forman el centro activo de la enzima. Esto provoca que desaparezcan o aparezcan enlaces que alteran la estructura espacial del centro activo e impiden la unión al sustrato. Este hecho se ve totalmente favorecido a pH de 7,6, en el que la enzima se altera rápidamente a muy baja concentración de sustrato.

Opción B. La velocidad de un proceso enzimático aumenta al incrementar la concentración de sustrato. Ello es debido a que mientras existan enzimas libres, a mayor número de moléculas de sustrato, más moléculas de producto aparecerán. Sin embargo, llega un momento en el cual, a pesar de aumentar la concentración de sustrato, la velocidad de la reacción no varía. Se alcanza una velocidad máxima que no es posible superar. Esto se debe a que todas las moléculas de la enzima ya están ocupadas por moléculas de sustrato, formando el complejo enzima-sustrato, lo que se denomina saturación de la enzima.

Si se representa gráficamente la velocidad de reacción con la que aparece un producto (moles de producto formados por unidad de tiempo) en función de la concentración de sustrato, manteniendo la concentración de enzima constante, se obtiene una gráfica del tipo hipérbola:



En la gráfica se puede observar una constante, denominada constante de Michaelis-Menten (K_M), que es la concentración del sustrato a la cual la velocidad de la reacción es la mitad de la velocidad máxima. K_M depende de la afinidad que hay entre una enzima y su sustrato.

3. **Opción A.** La biotecnología utiliza, en un gran número de casos, la manipulación del ADN, con el fin de obtener diferentes tipos de productos. Uno de los campos de aplicación más espectaculares de la biotecnología es la medicina, en la detección de enfermedades génicas y su terapia. Así mismo, tiene aplicaciones de gran importancia en un gran número de campos, como son: producción de sustancias terapéuticas, obtención de vacunas, producción de alimentos y bebidas, eliminación de contaminantes, tratamiento de residuos, ingeniería genética, obtención de organismos transgénicos, clonación de genes y organismos, etc.

Hoy día, la biotecnología ha permitido la mejora en los procesos de fermentación en los que intervienen los seres vivos. Así, por ejemplo, utiliza la levadura *Saccharomyces cerevisiae* para la producción de pan y la fabricación de vino y cerveza. Así mismo, la obtención de yogures y otros derivados lácteos requiere la participación de determinadas bacterias fermentadoras.

Gracias a la biotecnología es posible clonar un organismo para obtener varias copias del mismo. La clonación permite la selección de animales con características interesantes. Se distinguen dos tipos de clonación: la reproductiva y la terapéutica.

Clonación reproductiva. Tiene como objetivo conseguir individuos adultos genéticamente idénticos entre sí, y por tanto morfológica y fisiológicamente. Actualmente se ha logrado clonar un gran número de mamíferos, como ovejas, cerdos, ratones, vacas, cabras, etc. Para conseguir clones de animales se pueden utilizar dos métodos:

- a) Disgregación de células embrionarias

Esta técnica se basa en el mismo principio por el que nacen gemelos univitelinos de forma natural. Se consigue provocando la escisión del embrión en sus primeras etapas de desarrollo. Cada una de las partes separadas se comporta como un cigoto, que por crecimiento y diferenciación celular originará un individuo adulto.

- b) Transferencia nuclear

Esencialmente el método sigue los siguientes pasos:

Se toman células embrionarias de un individuo (por ejemplo, ternero o ratón negro). Se cultiva *in vitro* en un medio adecuado. Del óvulo de un individuo de color blanco, con una micropipeta, se extrae el núcleo. Se fusionan ambas células. El embrión formado se implanta en el útero de otro

individuo, que actúa de «madre de alquiler». El organismo que se obtiene es genéticamente idéntico al individuo del que procede la célula somática utilizada.

Clonación terapéutica. Su objetivo es producir tejidos para trasplantes. Este tipo de clonación implica la destrucción del embrión clonado del que se han extraído las células.

Así mismo, gracias a la ingeniería genética es posible obtener animales transgénicos. Un organismo o especie transgénica o modificada genéticamente (OMG) es aquel organismo en el cual, mediante ingeniería genética, se ha introducido un gen, llamado transgén, procedente de otro organismo o se le ha suprimido o modificado un gen propio. Esta modificación genética permite que el organismo modificado produzca alguna proteína útil o exprese alguna característica de interés. De este modo, los organismos transformados pueden mejorar la producción y la calidad nutricional de la carne, la leche y otros productos de la ganadería, así como portar genes modificados que produzcan un cierto producto con unas características especiales (producción de medicamentos, como vacunas, interferones, anticuerpos, etc.) o que eviten ciertas infecciones.

Opción B. La defensa inmune innata es un mecanismo inespecífico, que posee la capacidad de distinguir entre lo propio y lo ajeno.

La respuesta inmune innata se lleva a cabo mediante una serie de mecanismos, secreciones, una gran variedad de células, que en conjunto se denominan leucocitos o glóbulos blancos, y por moléculas solubles que estas segregan.

Podemos agrupar las defensas frente a bacterias patógenas en tres grandes líneas defensivas:

a) Primera línea de defensa:

La primera línea de defensa es la piel (epitelios de revestimiento), que en su estado normal es impermeable a la práctica totalidad de los microorganismos.

Los mecanismos que desarrolla esta primera línea de defensa son:

- **Mecanismos mecánicos o físicos.** Los ejercen los epitelios de revestimiento de la piel, que gracias a las uniones intercelulares impiden la entrada de microorganismos patógenos.
- **Mecanismos químicos.** Son secreciones de las mucosas de la piel, que atacan a los agresores. Dentro de estas podemos destacar:
 - Ácido láctico y ácidos grasos producidos por las secreciones sebáceas y sudoríparas, que destruyen entre otras cosas los hongos.
 - Enzimas que rompen las paredes bacterianas, como la lisozima (presente en saliva, lágrimas y mucosa nasal).
 - Lactoperoxidasa de la leche materna.
 - Sustancias ácidas (proporcionan pH ácido) liberadas por el estómago (ácido clorhídrico) y el epitelio vaginal. También la orina posee un pH ácido, que actúa contra los patógenos.
 - Cerumen de los oídos.
 - Espermina y cinc del esperma, con acción bactericida.
- **Mecanismos biológicos o microbiológicos.** Constituidos por la flora bacteriana autóctona, que compiten contra los microorganismos patógenos por el espacio y alimento, además de producir sustancias antibacterianas.

b) Segunda línea de defensa:

Cuando los microbios logran vencer las dificultades que presenta atravesar las barreras primarias y penetran en el interior del organismo, se pone en marcha la segunda línea de defensa, constituida por: los fagocitos, el sistema de complemento, las células NK y los interferones.

Fagocitos

Son células capaces de eliminar los microorganismos y cualquier estructura extraña de los tejidos invadidos. Para ello, engloban los microorganismos en vacuolas fagocíticas, a las cuales se unen lisosomas cargados de enzimas hidrolíticas, para constituir un fagolisosoma, donde tiene lugar la destrucción de los microorganismos fagocitados. Son fagocitos los glóbulos blancos o leucocitos (eosinófilos, neutrófilos, monocitos y sus derivados, los macrófagos).

Los macrófagos son un tipo de leucocito (glóbulo blanco) que se forma en la médula ósea, que puede desplazarse libremente por diferentes tejidos y órganos, donde fagocitan grandes

partículas, como restos celulares o células dañadas. El conjunto de macrófagos recibe el nombre de sistema retículo endotelial.

Sistema de complemento

Se conoce con este nombre una veintena de proteínas plasmáticas del tipo de las globulinas, que, a diferencia de los anticuerpos, se encuentran siempre presentes en el plasma. Las proteínas que forman este sistema reaccionan frente a gran variedad de complejos antígeno-anticuerpo y sus efectos consisten principalmente en provocar la lisis de los microorganismos con complejos antígeno-anticuerpos adheridos.

Linfocitos NK (células NK)

Son un tipo de linfocitos que participan en la respuesta inespecífica. Su función es destruir ciertas células cancerosas, por lo que son responsables de la inmunidad natural contra el cáncer, y células infectadas por virus, pero siempre de forma muy poco específica (sin necesidad de ningún contacto con antígenos de las células sobre las que actúan).

Interferón

Son unas proteínas que pertenecen a la familia de las citocinas. Su función es impedir que la infección se propague. Para ello llevan a cabo diferentes mecanismos, como:

- Evitar que el virus se replique en células infectadas que aún no han sido destruidas por la acción vírica. Para ello el interferón se une a receptores de la membrana de la célula que acaba de ser infectada por el virus, lo que provoca que la célula infectada emita una señal para la síntesis de una proteína antiviral, que interviene en la formación de las proteínas del virus.
- Activar a los linfocitos llamados células asesinas (NK), que son capaces de reconocer células infectadas por virus o células cancerosas y eliminarlas.
- Activar los macrófagos y los linfocitos B (estos para producir anticuerpos), lo que favorece la destrucción de las células infectadas por vía específica.

c) Tercera línea de defensa:

La última barrera defensiva de los animales ante el ataque de microorganismos, una vez superada la barrera fagocítica, es el sistema inmunitario, constituido por sustancias químicas orgánicas, los anticuerpos, y por células especiales que se encargan de reconocer específicamente a microorganismos y moléculas extrañas, de unirse a ellos y facilitar su destrucción. Esta línea defensiva deja memoria inmunológica y se basa en el reconocimiento específico de los antígenos por parte de los anticuerpos. Las células que participan son los linfocitos. Existen dos tipos:

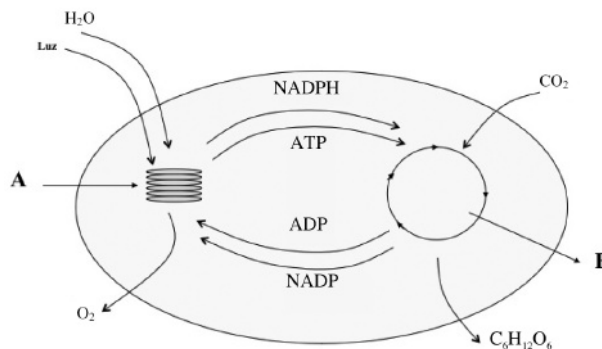
- Linfocitos B. Son los responsables de la inmunidad humoral. En los mamíferos se forman en la médula ósea, y en las aves, en la bolsa de Fabricio. Poseen receptores de membrana específicos (anticuerpos), capaces de reconocer a los antígenos. Cuando se activan ante el contacto de un antígeno, se convierten en células plasmáticas, que se encargan de producir anticuerpos libres específicos contra ese antígeno.
- Linfocitos T. Son los responsables de la inmunidad celular, pues no producen anticuerpos, sino que provocan la muerte de determinadas células alteradas. Maduran en el timo. En su membrana disponen de receptores capaces de reconocer antígenos de la superficie externa de otras células, llamados complejo CD3. Las proteínas del complejo CD3 son las que transmiten al interior del linfocito T la información de la interacción de los antígenos a los receptores T. Los linfocitos T pueden producir diferentes tipos de respuesta inmunitaria, lo que se debe a la existencia de varios tipos de linfocitos T:
 - **Linfocitos citotóxicos:** destruyen a las células infectadas por virus antes de que estos proliferen en su interior, así como células cancerosas. Presentan en su membrana la glucoproteína CD8.
 - **Linfocitos T colaboradores:** se encargan de activar a los linfocitos B y de iniciar la proliferación de los linfocitos T mediante la secreción de interleucinas. También son capaces de activar a los macrófagos sanguíneos aumentando su capacidad de fagocitosis. Presentan en su membrana la glucoproteína CD4.

- **Linfocitos T supresores:** inhiben la actividad de las células colaboradoras e indirectamente provocan que cese la producción de anticuerpos.

4. **Opción A.** Si se ingieren glúcidos en exceso sobre las necesidades energéticas normales del individuo, el exceso de calorías se almacena en forma de triacilglícidos. Como consecuencia, los triacilglícidos formados se almacenan en los adipocitos (células adiposas), lo que aumenta la obesidad.

Opción B. En la figura, A representa los tilacoides, sacos aplanados que se disponen apilados e interconectados entre ellos. En los tilacoides se lleva a cabo la fase luminosa de la fotosíntesis, ya que sobre ellos se sitúan los pigmentos fotosintéticos, capaces de absorber la energía luminosa. La ruta metabólica B representa el ciclo de Calvin.

Los interrogantes corresponden a las moléculas de H_2O , O_2 y CO_2 .

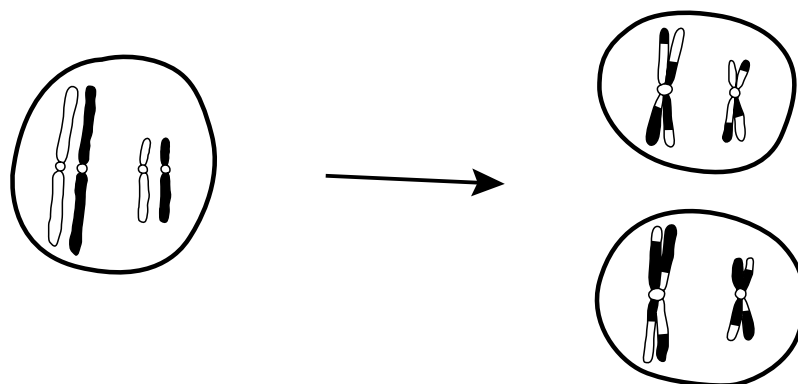


En la fase luminosa o dependiente de la luz, que tiene lugar en los tilacoides de los cloroplastos se absorbe la energía luminosa que proviene del Sol, gracias a unas moléculas fotorreceptoras (pigmentos). Los electrones liberados, tras incidir los fotones sobre los pigmentos de los fotosistemas se utilizan para reducir $NADP^+$ a NADPH. A través de la cadena de transportadores de electrones, la energía de estos electrones se utiliza para sintetizar ATP, en cuyos enlaces queda almacenada. De esta manera se consigue energía química aprovechable a partir de energía luminosa.

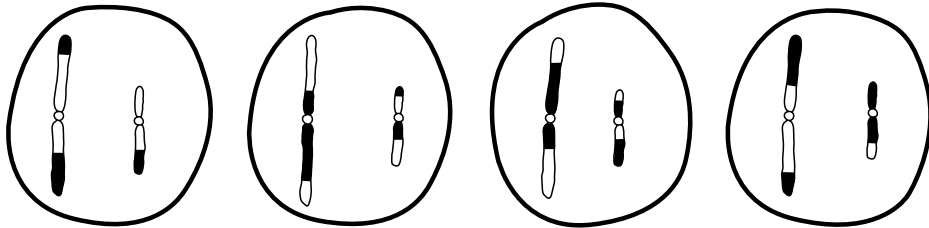
En la fase oscura o independiente de la luz, que tiene lugar en el estroma de los cloroplastos, se utilizan los productos obtenidos en la fase anterior (ATP y NADPH), el CO_2 , tomado del medio, y los compuestos ricos en nitrógeno, azufre y fósforo, procedentes de las sales minerales, para sintetizar materia orgánica (azúcares).

5. **Opción A**

- a) Al final de la primera división meiótica se originan dos células hijas haploides, con la mitad de cromosomas que la célula madre y genéticamente diferentes entre sí y diferentes a la célula madre, debido a que en la profase de dicha división meiótica ha tenido lugar la recombinación génica.



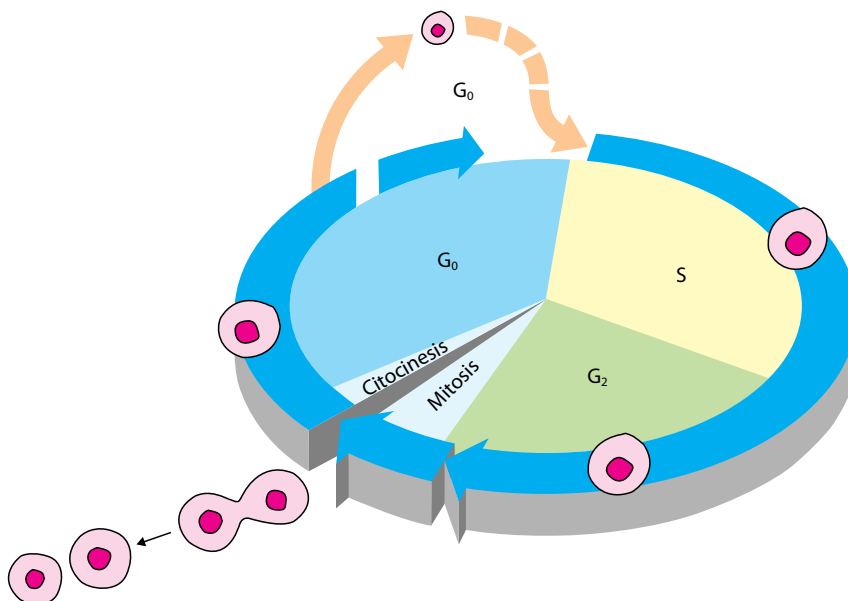
- b) Como resultado final de la segunda división meiótica se obtienen cuatro células haploides, cada una de las cuales tiene la mitad de los cromosomas que la célula madre. Dichas células son genéticamente diferentes, ya que tienen cromosomas recombinados.



Opción B. 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 la que la célula presenta núcleo, denominada interfase, y una etapa final corta, en la que son visibles los cromosomas, denominada división.

La interfase es el periodo que transcurre entre dos divisiones sucesivas. 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.



Durante la interfase hay una gran actividad metabólica y se produce un aumento de tamaño de la célula. 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 que se sucedan las fases S, G₂ y M. Algunas células sufren un proceso importante de diferenciación, como las neuronas o las células musculares estriadas, y permanecen en estado de reposo y no se dividen, por lo que acaban transformándose en células especializadas. Así pueden estar 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. Como resultado de la duplicación, cada cromosoma está formado por dos cromátidas, unidas por el centrómero.

- **Fase G2.** En ella la célula puede aumentar ligeramente de tamaño. Continúa la síntesis de ARNm y de proteínas. Se duplican los centriolos. Esta fase finaliza cuando los cromosomas comienzan a condensarse para comenzar la mitosis.

Durante la fase G1 la célula cuenta con la misma cantidad de ADN que la célula madre de la que procede. Al ser la célula somática diploide (2n), se considera que su valor es de 2C. Los «cromosomas hijos» (todavía no visibles) están formados por una cromátida procedentes de la mitosis anterior.

En la fase S se duplica el ADN, pasando de 2C a 4C. En esta fase los cromosomas (todavía no visibles) constan de dos cromátidas iguales, resultantes de la duplicación del ADN, unidas por el centrómero.

Fase G2. En esta fase la célula contiene el doble de ADN que en la fase G1.

Mitosis. Al principio de la mitosis los cromosomas se hacen visibles, resultado de la condensación de la cromatina. La célula consta de un contenido 4C. Al final de la mitosis cada célula madre origina dos células hijas, que reciben una dotación exacta de los cromosomas maternos (2C).

6. **Opción A.** Del estudio del árbol genealógico de la figura se puede deducir que se trata de un carácter con herencia dominante autosómica, ya que de padres afectados nacen hijos no afectados. No se trata de una herencia ligada al sexo, ya que de madres enfermas nacen hijos sanos. Si representamos por A el que produce la enfermedad y a su alelo normal, los genotipos de los individuos A, B, C y D serían:

Individuo A	Genotipo: aa
Individuo B	Genotipo: Aa
Individuo C	Genotipo: aa
Individuo D	Genotipo: Aa

Opción B. La mutación que se ha producido es una mutación génica por inserción de un nucleótido de más. Dichas mutaciones se producen por la alteración en la secuencia de nucleótidos de un gen. Al introducirse un nucleótido de más, y debido a que el mensaje genético se traduce de triplete en triplete, la adición ha producido un corrimiento en el orden de lectura y, por tanto, ha provocado la aparición de nuevos tripletes, lo que ha modificado el mensaje genético. Cuando el gen mutado se ha traducido, ha producido una proteína completamente diferente. El menor número de aminoácidos que presenta el polipéptido, traducido del gen mutado, parece indicar que la mutación o el corrimiento de lectura ha provocado que aparezca un codón de terminación antes del lugar apropiado, lo que ha originado que se forme una proteína más corta (de tan solo 80 aminoácidos).

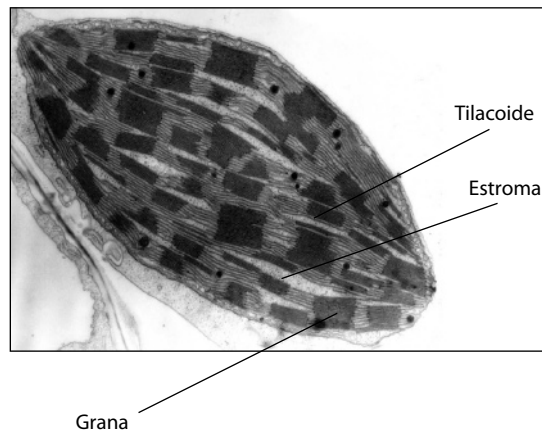
Como consecuencia de la mutación la nueva proteína ve alterada su secuencia de aminoácidos o el número de ellos, por lo que se ven alteradas sus estructuras terciaria o cuaternaria, si la tuviera, que son las responsables de su función característica. Como consecuencia se produce una nueva proteína con una nueva función biológica, en este caso que ocasiona la enfermedad.

7. **Opción A.** La estructura representada corresponde a un cloroplasto. En los cloroplastos tiene lugar la fotosíntesis, proceso en el que se transforma la *energía luminosa* en energía química, almacenada en moléculas de ATP y moléculas reductoras (NADPH), que se utilizarán posteriormente para sintetizar moléculas orgánicas. 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.

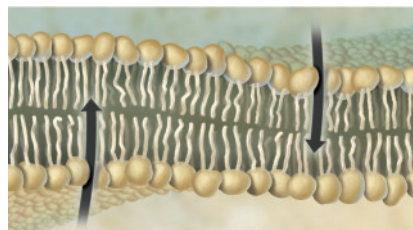
Los cloroplastos son orgánulos con forma de disco, de entre 4 y 6 μm de diámetro y 10 μm o más de longitud. Cada cloroplasto está recubierto por una membrana doble: membrana externa y membrana interna, separadas por un espacio intermembranoso. La externa es muy permeable, y posee un gran número de proteínas 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; plastroribosomas 70 S, distintos de los de los ribosomas del citoplasma, pero iguales a los de las bacterias, enzimas, inclusiones de granos de almidón e inclusiones lipídicas.

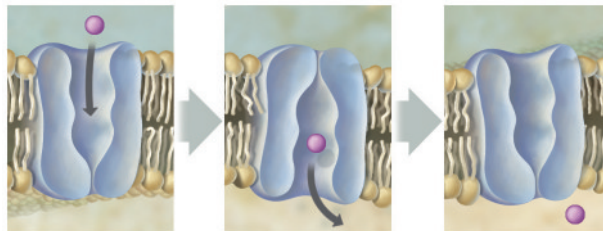
En el interior del estroma se visualizan una serie de sáculos aplastados, que reciben el nombre de tilacoides o lamelas, que contienen pigmentos fotosintéticos en sus membranas. Algunos tilacoides se apilan formando grupos, denominados grana, mientras que otros atraviesan el estroma. En la membrana de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



Opción B



Difusión simple



Difusión a través de canales

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 formas:

- Difusión simple. Implica el paso de moléculas pequeña, solubles, a través de la membrana, como etanol, O_2 , CO_2 , urea, etc. La difusión de agua se realiza a través del 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 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$, esta 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 ATP-asa, 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.

Opciones **A** y **B**

1. **Opción A.** ¿Qué tipo de biomolécula aparece representada en la **figura 1**? ¿Cuál es su función biológica más relevante?

Opción B. Dibuja la estructura del ADN indicando los diferentes grupos que lo componen. ¿Qué tipos de enlace mantienen unidas ambas hebras?

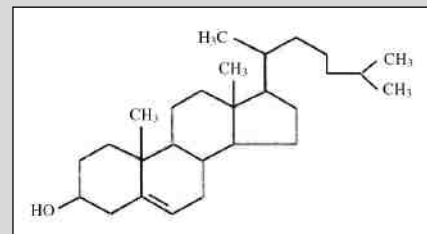


Figura 1

2. **Opción A.** Las células vegetales poseen una pared rígida compuesta de una biomolécula polimérica. Indica de qué tipo de molécula se trata. Señala qué otras biomoléculas poliméricas conoces que tengan una composición parecida e indica su localización celular y sus respectivas funciones biológicas.

Opción B. En un determinado proceso enzimático una concentración fija de enzima E transforma un sustrato S en un producto P, alcanzándose una velocidad máxima ($V_{\text{máx.}}$) de 35 mMol/min. Si en esta etapa del proceso añadimos cierta cantidad de una sustancia S', de estructura similar a la de S y reconocida por el centro activo de la enzima, pero no transformable en producto, se observa que la $V_{\text{máx.}}$ del proceso desciende un 50%. Representa gráficamente el fenómeno (velocidad del proceso frente a concentración del sustrato) e indica por qué la adición de S' ha reducido la $V_{\text{máx.}}$. ¿Cómo harías en este caso para recuperar de nuevo el valor de la $V_{\text{máx.}}$ sin retirar S' del medio? Razona la respuesta.

3. **Opción A.** Identifica y comenta la función biológica de la estructura (A) que aparece en la **figura 2**.

Opción B. Representa –mediante un esquema en el que aparezcan las estructuras involucradas en el proceso– la forma en la que tiene lugar el paso de sustancias (a: por difusión simple, b: contra gradiente) o partículas, en cada caso, al interior de una célula eucariótica animal.

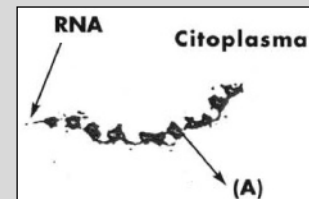


Figura 2

4. **Opción A.** Define el concepto de glicólisis e indica dos de sus posibles productos y en qué condiciones se produce cada uno de ellos. ¿Qué función desempeña la glicólisis en la célula?

Opción B. ¿Qué papel desempeña el ciclo de Krebs en el catabolismo?

5. **Opción A.** Indica la función biológica de la mitosis y representa mediante un dibujo (en el que vean claramente las cromátidas) su mecanismo (considerar célula: $2n = 4$). A nivel fenotípico, ¿qué le puede ocurrir a una persona que tiene un cromosoma de más o de menos en todas sus células? Pon un ejemplo concreto que conozcas, indicando en qué consiste la alteración.

Opción B. Describe dos mecanismos diferentes mediante los que se produzca variabilidad genética en las bacterias.

6. **Opción A.** La transmisión de la hemofilia en humanos es de tipo recesivo ligado al sexo. Suponiendo que un varón daltónico (A) y una mujer sana (C) (cuyo padre era hemofílico) tiene una hija sana (B): ¿qué probabilidad existe de que A y C tengan entre ellos un hijo varón con hemofilia? Si B tiene con un varón sano D cuatro hijos varones, ¿cuál será la probabilidad de que uno de esos hijos tenga hemofilia? Representa el árbol genealógico e indica el genotipo de sus integrantes.

Opción B. Representa mediante un dibujo la forma en la que tiene lugar la duplicación del material genético. ¿Por qué decimos que esta duplicación es semiconservativa?

7. **Opción A.** ¿Qué tipo de nutrición (autótrofa, heterótrofa) crees que tendría un microorganismo patógeno de vertebrados? Razona la respuesta.
Opción B. ¿Qué es un virus? Representa, mediante un dibujo el ciclo biológico de un virus. ¿Por qué decimos que un virus no se considera un ser vivo?
8. **Opción A.** Dibuja una IgG indicando las partes más importantes de la molécula. ¿De qué forma podría una IgG neutralizar un virus que circule por la sangre? Explícalo mediante un dibujo.
Opción B. Describe brevemente las funciones de los siguientes efectores del sistema inmunitario, indicando en qué forma cooperan para organizar la respuesta inmunitaria: macrófago, linfocito T, linfocito B.

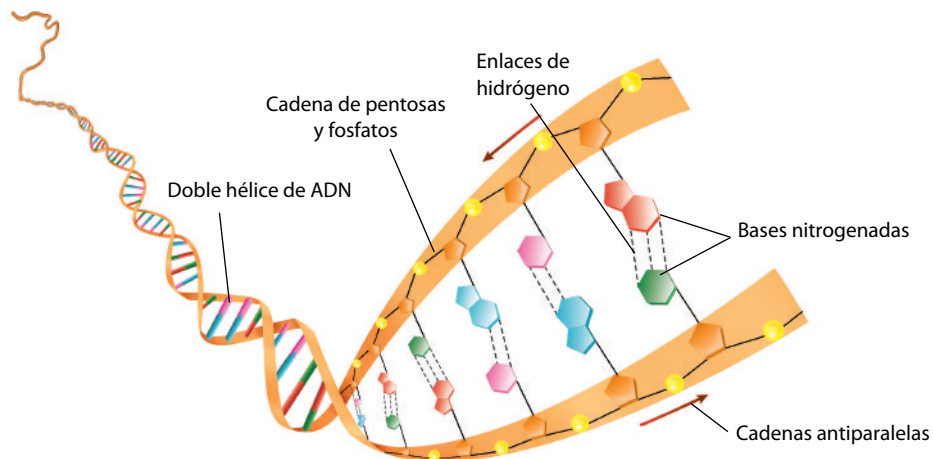
Opciones A y B

1. **Opción A.** Se trata de una molécula de colesterol, 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.

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.



El ADN (ácido desoxirribonucleico) está formado por dos cadenas lineales de desoxirribonucleótidos dispuestos en doble hélice, de 2 nm de diámetro, alrededor de un eje imaginario. Las dos cadenas de polinucleótidos son antiparalelas, es decir, con los enlaces 5' → 3' orientados en sentido opuesto, y son complementarias.

Cada nucleótido de ADN se forma a su vez de tres componentes:

- Una base nitrogenada, que puede ser púrica (adenina, guanina) o pirimidínica (citosina, timina).
- Un azúcar, pentosa de cinco átomos de carbono, la desoxirribosa.
- Un ácido fosfórico u ortofosfórico.

La base nitrogenada se une al azúcar (pentosa) mediante un enlace N-glucosídico, lo que da lugar a un nucleósido. Dicha unión se establece entre el carbono 1' del azúcar y el nitrógeno 1 si la base es pirimidínica o el nitrógeno 9 si es púrica.

El nucleósido se une al ácido fosfórico mediante un enlace éster, que se produce entre el grupo hidroxilo del carbono 5' de la pentosa y el ácido fosfórico.

Los diferentes desoxirribonucleótidos que conforman cada cadena se unen entre sí mediante enlaces fosfodiéster, que se establecen entre el carbono 5' de un nucleótido y el radical hidroxilo (–OH) del carbono 3' del otro nucleótido. Las bases nitrogenadas de las dos cadenas de polinucleótidos se mantienen unidas por enlaces de hidrógeno. Dichos enlaces dependen de la complementariedad entre las bases. Siempre que en una cadena hay adenina en la complementaria habrá timina, unidas por dos enlaces de hidrógeno; y siempre que en una cadena haya guanina en la otra habrá citosina, unidas por tres enlaces de hidrógeno.

2. **Opción A.** La principal molécula que constituye la pared rígida de las células vegetales es la celulosa.

La **celulosa** es un polímero de β-D-glucopiranos unidas mediante enlaces β (1 → 4). Cada polímero está constituido por entre 150 a 1 500 moléculas de glucosa. Los polímeros forman cadenas moleculares lineales que se pueden disponer paralelamente uniéndose mediante enlaces

de hidrógeno intercatenarios. Además, entre las glucosas de una misma cadena se establecen enlaces de hidrógeno intracatenarios. Todo ello confiere a la celulosa una gran resistencia. La unión de distintas cadenas de celulosa (60 o 70 cadenas) forma una micela. La asociación de 20 micelas da lugar a unas microfibrillas. Estas se unen para formar fibras de diferente grosor, que son visibles a simple vista.

Otras moléculas poliméricas parecidas a la celulosa son:

Quitina. Polímero de N-acetil-D-glucosamina unidas mediante enlaces β (1 \rightarrow 4). Al igual que la celulosa, forma cadenas lineales paralelas unas a otras. Constituye el exoesqueleto de los artrópodos y la pared celular de los hongos.

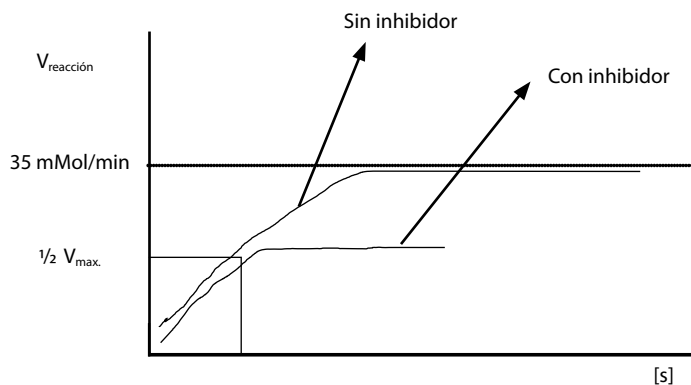
Almidón. Homopolisacárido con función de reserva en las células vegetales. Está formado por la mezcla de dos componentes: amilosa y amilopectina.

Amilosa. Polímero lineal no ramificado de α -D-glucosas unidas por enlace α (1 \rightarrow 4) dispuestas helicoidalmente.

Amilopectina. Polímero de α -D-glucosas unidas por enlace α (1 \rightarrow 4) y con ramificaciones en posición α (1 \rightarrow 6).

Glucógeno. Homopolisacárido con función de reserva en las células animales. Se encuentra abundantemente en el hígado y en los músculos. Su constitución es parecida a las cadenas de amilopectina, constituido por α -D-glucosas unidas mediante enlaces α (1 \rightarrow 4), con ramificaciones mucho más frecuentes en posición α (1 \rightarrow 6).

Opción B



La sustancia S' (molécula similar al sustrato) actúa como inhibidor, ya que se une al centro activo de la enzima, impidiendo la unión de esta con el sustrato. Se trata así de una inhibición competitiva. Se produce de esta forma una disminución de la velocidad de reacción (en este caso, de un 50%), ya que se reduce la proporción de moléculas de la enzima que se unen al sustrato. Si la concentración del inhibidor (S') es suficientemente elevada puede desplazar al sustrato y bloquear la reacción. La enzima no puede actuar hasta que se libera de dicho inhibidor. Si la concentración del sustrato se aumenta adecuadamente, se puede superar la inhibición competitiva.

3. **Opción A.** La figura representa un polirribosoma o polisoma (ribosomas unidos a una cadena de ARNm).

La estructura A representa a los ribosomas.

Los ribosomas son estructuras globulares sin membrana, formadas a partes iguales por ARN ribosómico y por proteínas (ribonucleoproteínas).

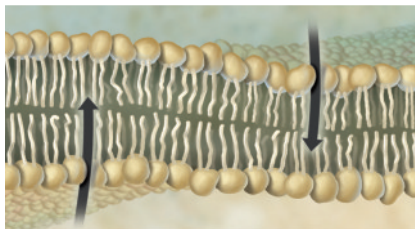
Podemos encontrar ribosomas dispersos por el citoplasma, adheridos a las membranas del RER o a la membrana externa del núcleo, o bien libres en la matriz de mitocondrias y en el estroma de cloroplastos.

Un ribosoma se constituye de dos subunidades, una grande (subunidad mayor) y otra pequeña (subunidad menor) separadas por una hendidura transversal.

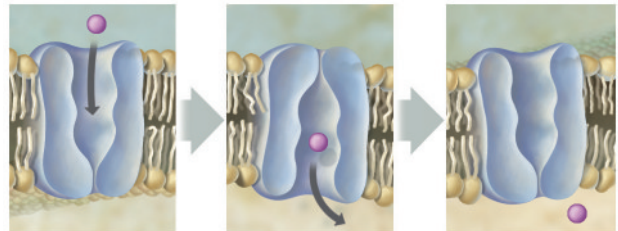
La función de los ribosomas es intervenir en la síntesis de proteínas.

Opción B. Transporte por difusión simple. Paso de moléculas a favor de gradiente (es decir, desde donde hay más hacia donde hay menos), sin gasto de energía (ATP). Puede realizarse por dos mecanismos:

- a) **Difusión simple a través de la bicapa (1).** Así entran moléculas lipídicas, como hormonas esteroideas; anestésicos, como el éter, el cloroformo, etc., y sustancias apolares, como el oxígeno, el nitrógeno, etc. Moléculas polares de muy pequeño tamaño, como el agua, el CO₂, el etanol y la glicerina, también atraviesan la membrana por difusión simple. La difusión del agua recibe el nombre de **ósmosis**
- b) **Difusión simple a través de canales (2).** Se realiza gracias a las proteínas transmembrana en canal, que forman canales iónicos a través de la bicapa lipídica que permite el paso de sustancias como Na⁺, K⁺, Ca²⁺, etc.



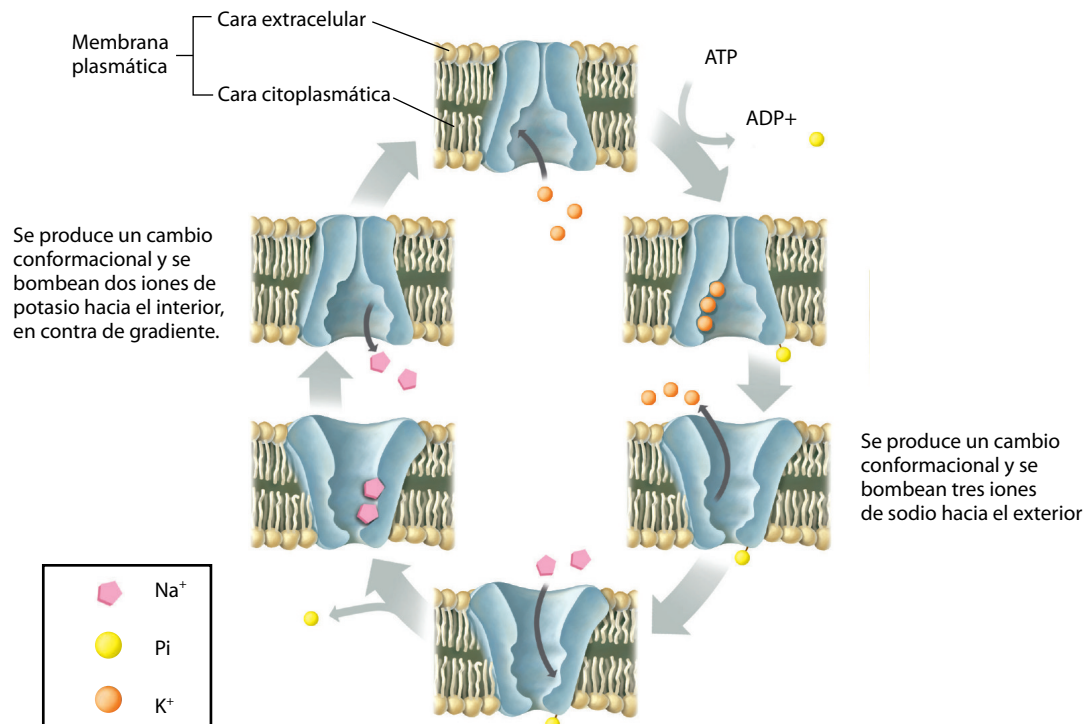
Difusión simple



Difusión a través de canales

Transporte contra gradiente. Se trata de un transporte activo que se realiza en contra de gradiente (desde donde hay menos hacia donde hay más), ya sea de concentración o eléctrico. Implica consumo de ATP. En este transporte también intervienen proteínas de membrana, que transportan las moléculas de un lado al otro de la membrana. Un ejemplo de este tipo de transporte es la bomba Na⁺/K⁺.

La bomba de 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 ATP-asa, ya que rompe el ATP para obtener la energía, y bombeando tres iones Na⁺ hacia el exterior de la célula y dos iones K⁺ hacia el interior, en contra de gradiente. La bomba permite el mantenimiento del potencial de membrana, lo que facilita a la célula para captar estímulos externos.

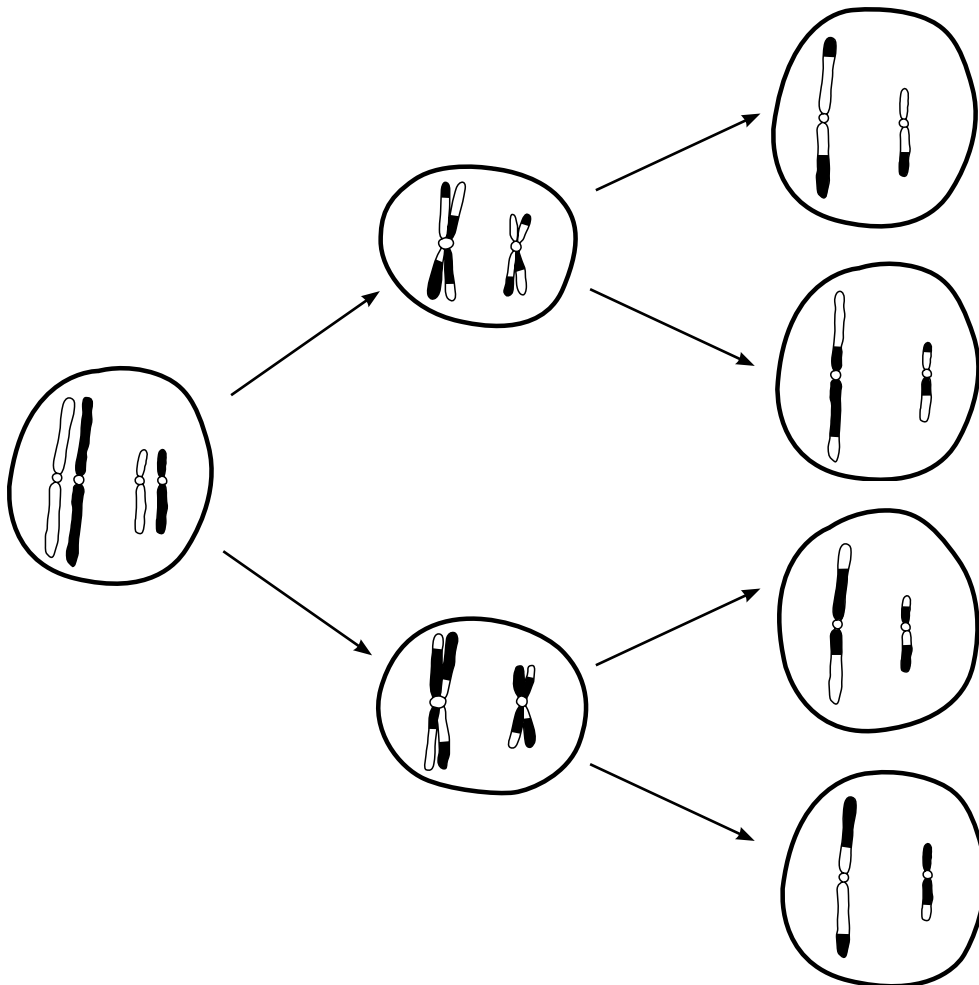


4. **Opción A.** La glicólisis es un proceso catabólico en el que se oxida la glucosa. En dicho proceso, una molécula de glucosa (6 átomos de carbono) se escinde en dos moléculas de ácido pirúvico o piruvato (de 3 átomos de carbono cada una). Se trata de una fase anaerobia, pues no precisa de oxígeno, y tiene lugar en el citoplasma celular. Para llevar a cabo el proceso se precisa la energía de dos moléculas de ATP, y además de ácido pirúvico se forman dos moléculas de NADH (poder reductor) y cuatro moléculas de ATP mediante fosforilación a nivel de sustrato. Por tanto, el balance final por cada molécula de glucosa es de 2 pirúvicos, 2 NADH y 2 ATP. La glicólisis no es una ruta completa, ya que el ácido pirúvico es un intermediario y no un producto final, que puede seguir dos caminos, que dependerá del tipo de célula y de organismo: la respiración o la fermentación.

Opción B. El ciclo de Krebs o ciclo de los ácidos tricarboxílicos es un conjunto cíclico de reacciones que producen la oxidación completa del acetil-CoA, resultado de la oxidación de glúcidos, ácidos grasos y algunos aminoácidos, hasta dióxido de carbono y agua. En dicho proceso se producen una serie de reacciones de oxidación-reducción que se realizan de manera cíclica. Por medio de dichas reacciones se forma poder reductor, ATP y precursores metabólicos.

Los electrones cedidos en dicha oxidación son captados por los transportadores de electrones, NAD^+ y FADH , con lo que se reducen a NADH y FADH_2 , obteniéndose poder reductor. En dicho proceso también se libera energía en forma de GTP por fosforilación a nivel de sustrato. Dicho ciclo se lleva a cabo en la matriz mitocondrial. Por cada molécula de acetil-CoA que se oxida en el ciclo de Krebs se forman tres moléculas de NADH , una de FADH_2 y una de GTP (= 1 ATP).

5. **Opción A.** La mitosis o cariocinesis es un tipo de división nuclear que se da cuando se han de generar células con igual número de cromosomas que la célula madre. Su objetivo es repartir de forma equitativa el material hereditario (ADN) que se ha duplicado en la fase S del ciclo celular, entre las dos células hijas. El proceso se divide en varias etapas:



Profase

- Las fibras de cromatina se condensan y comienzan a visualizarse los cromosomas.
- Desaparece el nucleolo.
- Los dos pares de centriolos se separan, situándose finalmente cada par en un polo de la célula.
- En las células animales de cada par de centriolos se forman microtúbulos que se disponen radialmente, formando las fibras del áster.
- Según se separan los centriolos, entre ellos se forman microtúbulos polares que forman el huso mitótico o acromático.
- Se fragmenta la membrana nuclear, para terminar desapareciendo. Los cromosomas quedan dispersos por el citoplasma.
- En cada cromosoma, a nivel del centrómero, se forma el cinetocoro. A partir de los cinetocoros, a ambos lados del centrómero, se forman los microtúbulos cinetocóricos, que se disponen perpendicularmente a ambos lados del cromosoma.

Metafase

- Los cromosomas alcanzan su máximo grado de compactación y se disponen en la mitad del huso mitótico, constituyendo la placa ecuatorial.

Anafase

- 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.

Telofase

- Se despiralizan los cromosomas.
- Se forman los nucleolos.
- Reaparece la membrana nuclear alrededor de cada grupo de cromosomas, una en cada polo de la célula.

Las alteraciones en un cromosoma de más o de menos en todas las células de un individuo se denominan **aneuploidias**, un tipo de mutaciones genómicas. Las más frecuentes son:

Trisomías. Los individuos presentan un cromosoma de más respecto a su dotación normal, siendo así su dotación $2n + 1$.

Ejemplos:

- **Síndrome de Down** o trisomía del cromosoma 21. Se trata de un tipo de trisomía que afecta a los autosomas, en la que los individuos que la tienen en lugar de portar dos cromosomas del par 21 tienen 3; es decir, en total tienen 47 cromosomas en cada célula somática ($46 + 1$).
- **Síndrome de Edwards** o trisomía del par 18. Trisomía autosómica en la que los individuos que la portan presentan tres cromosomas del par 18.
- **Síndrome de Klinefelter.** Tipo de trisomía que afecta a los cromosomas sexuales. Los individuos que la padecen tienen dos cromosomas X y un cromosoma Y (es decir, 44 autosomas + XXY).
- **Síndrome duplo Y.** Trisomía que afecta a los cromosomas sexuales. Los individuos que la padecen tienen 44 autosomas y tres cromosomas sexuales (2 cromosomas Y y 1 cromosoma X).

Monosomías. Los individuos carecen de un cromosoma respecto a su dotación normal, siendo su dotación $2n - 1$. Un ejemplo es el **síndrome de Turner**, en el que las mujeres en lugar de tener dos cromosomas X solo tienen uno (44 autosomas + X).

Opción B. La variabilidad genética en bacterias se explica mediante mecanismos de reproducción parasexual, mediante los cuales intercambian información genética con otras bacterias al habitar juntas, sean o no de la misma especie. 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, que generalmente es 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.

6. **Opción A.** La hemofilia es un tipo de herencia en el ser humano, que se debe a un gen recesivo ligado en el cromosoma X y que se transmite según un modelo de herencia ligada al sexo.

Para que un varón sea hemofílico basta con que el cromosoma X porte el gen que provoca la hemofilia ($X^H Y$).

Para que una mujer sea hemofílica es necesario que reciba el gen de la hemofilia de ambos progenitores, es decir, sea homocigótica recesiva ($X^H X^H$). Las mujeres que sean heterocigóticas ($X^H X$) no padecerán la enfermedad, serán solo portadoras; es decir, pueden transmitirla a su descendencia. El varón A al ser hemofílico tendrá un genotipo $X^H Y$.

La mujer B es sana, pero su padre tenía hemofilia ($X^H Y$), por lo que ha tenido que transmitirle el gen portador de dicha enfermedad. Por tanto, será heterocigótica, de genotipo $X^H X$.

La hija sana B será $X^H X$. Habrá recibido un cromosoma X^H del padre y un cromosoma X normal de la madre.

Por tanto:

	♂	×	♀	
Genotipo de los padres:	$X^H Y$		$X^H X$	
Gametos:	X^H	Y	X^H	X
Genotipos de los posibles hijos:	$X^H X^H$	$X^H X$	$X^H Y$	XY

Resultado: La mitad de las hijas padecerán hemofilia ($X^H X^H$) y la otra mitad serán normales ($X^H X$) pero portadoras de la enfermedad. De los hijos varones, la mitad (50 %) padecerá hemofilia ($X^H Y$) y la otra mitad (50 %) será normal (XY).

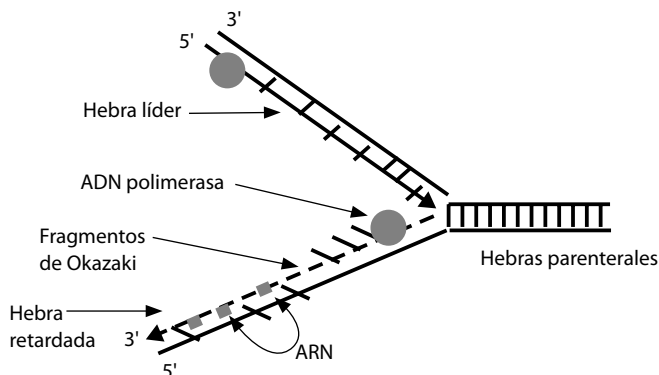
Por tanto, la probabilidad de que el matrimonio tenga un hijo varón con hemofilia ($X^H Y$) es del 25 %.

En el segundo caso nos piden el cruce entre B ($X^H X$) y un varón sano D (XY). El cruce posible será:

	♂	×	♀	
Genotipo de los padres:	XY		$X^H X$	
Gametos:	X	Y	X^H	X
Genotipos de los posibles hijos:	XX^H	XX	<u>$X^H Y$</u>	XY

Por tanto, la probabilidad de que uno de esos hijos varones tenga la hemofilia ($X^H Y$) es del 25 %.

Opción B. El ADN tiene la capacidad de duplicarse, es decir, puede realizar copias idénticas de sí mismo. La replicación tiene lugar en la fase S del ciclo celular. Para que ocurra, la célula necesita las moléculas que forman los diferentes nucleótidos y una serie de enzimas que controlan y dirigen el proceso en todo momento.



El ADN tiene la capacidad de duplicarse, es decir, puede realizar copias idénticas de sí mismo. La replicación tiene lugar en la fase S del ciclo celular. Para que ocurra, la célula necesita las moléculas

que forman los diferentes nucleótidos y una serie de enzimas que controlan y dirigen el proceso en todo momento.

La replicación del ADN se dice que es **semiconservativa**, ya que cada nueva hélice conserva la cadena original que sirvió de molde y una cadena nueva. Este modelo fue propuesto por Watson y Crick.

7. **Opción A.** Un microorganismo patógeno es un parásito que vive a expensas de otro organismo (huésped), al que causa un daño o lesión, ocasionándole una enfermedad. Por tanto, su nutrición será heterótrofa, ya que se nutre a expensas de compuestos orgánicos elaborados por el otro organismo (huésped), al que produce efectos negativos.

Opción B. Los virus son partículas microscópicas muy pequeñas, solo visibles al microscopio electrónico, constituidas básicamente por un ácido nucleico envuelto en una cubierta proteica. Por tanto, los virus no pueden considerarse organismos celulares, sino acelulares, ya que carecen de organización celular. Se consideran también parásitos intracelulares obligados, ya que fuera de la célula (fase extracelular) carecen de las funciones de nutrición y relación. Sin embargo, dentro de la célula (fase intracelular) son capaces de replicarse, aunque para ello precisan de la maquinaria metabólica de la célula hospedadora.

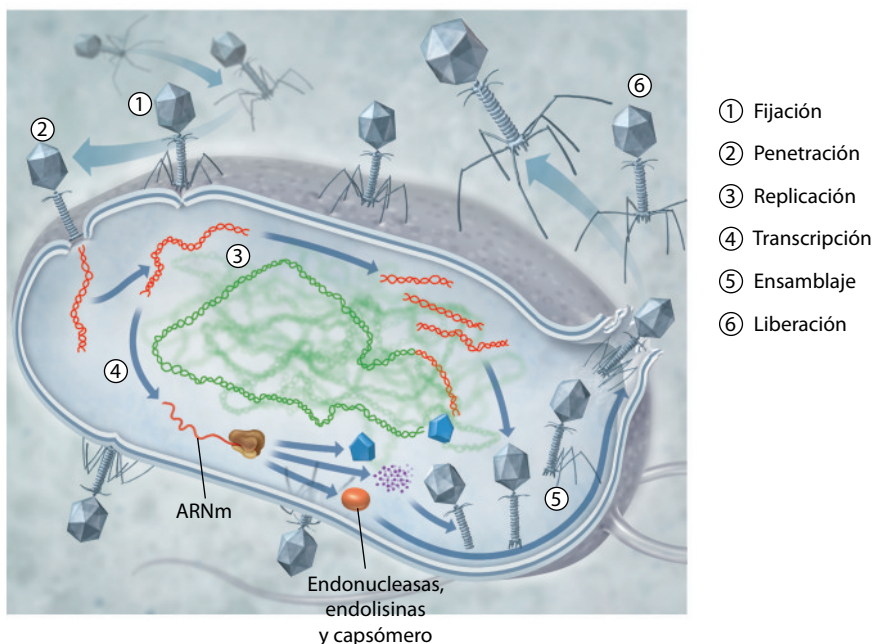
En todo virus se pueden distinguir los siguientes componentes:

- **Genoma vírico.** Se compone de una o varias cadenas de ADN o ARN, pero nunca los dos a la vez, mono o bicatenario.
- **Cápsida.** Cubierta formada por capsómeros, proteínas globulares que se disponen de una manera regular y simétrica, lo que determina la existencia de varios tipos de cápsida: icosaédricas, helicoidales y complejas.

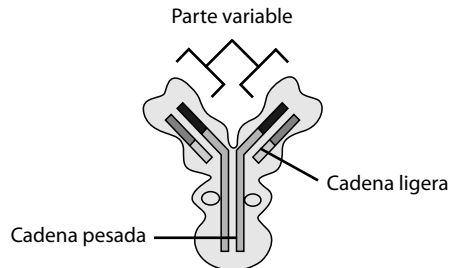
El ácido nucleico y la cápsida constituyen la **nucleocápsida**.

- **Envoltura membranosa.** Compuesta de una bicapa lipídica procedente de la célula a la que parasitan. Esta cubierta solo está presente en determinados virus, como el que produce la rabia, la hepatitis, la viruela o el sida.

Fuera de la célula los virus no desarrollan ningún tipo de actividad vital, por lo que para algunos autores no se pueden considerar seres vivos. Cuando parasitan a una célula son capaces de relacionarse, reproducirse y crecer, sin embargo, no tienen metabolismo, pues dependen de la célula a la que parasitan. Pero si decimos que la característica básica de un ser vivo es la evolución biológica, también los virus podrían considerarse seres vivos. Por tanto, actualmente existe cierta discrepancia entre los científicos a la hora de clasificarlos como seres vivos.



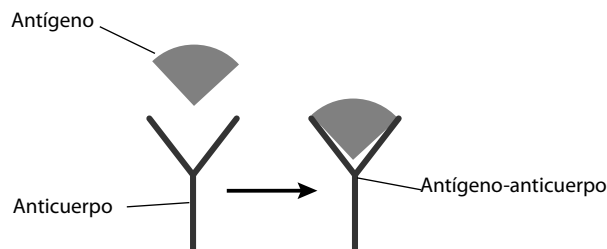
8. **Opción A.** Las IgG o gammaglobulinas son los anticuerpos más abundantes de la sangre. Son moléculas glucoproteicas constituidas por cuatro cadenas polipeptídicas: dos cadenas **ligeras** (L) iguales y dos cadenas **pesadas** (H), también idénticas. Ligadas a las cadenas H hay dos moléculas de oligosacáridos, 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, formada 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 llamada parátopo, se produce la unión al antígeno, en la zona denominada epítipo. El resto de las cadenas H y L se denomina región constante; es 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.

Además de unirse a anticuerpos, las IgG son capaces de activar tanto al complemento como a los fagocitos sanguíneos (macrófagos y micrófagos). Las IgG son los únicos anticuerpos capaces de atravesar la placenta y penetrar en el feto.

Las IgG, al reconocer a los antígenos (virus en nuestro caso), se unirían a ellos mediante fuerzas de Van der Waals, fuerzas hidrofóbicas o iónicas, en una reacción denominada **antígeno-anticuerpo**. Esta unión se lleva a cabo entre las porciones variables de la cadena H y L de la IgG y los determinantes antigénicos del virus. La reacción antígeno-anticuerpo más común que se produciría sería la neutralización. La unión de la IgG al antígeno elimina los efectos negativos que este tiene sobre el organismo invadido.



Opción B. Macrófago. Tipo de leucocito (glóbulo blanco) que se forma en la médula ósea, que puede desplazarse libremente por diferentes tejidos y órganos, donde fagocitan grandes partículas, como restos celulares o células dañadas. El conjunto de macrófagos recibe el nombre de sistema retículo endotelial.

Linfocitos B. Son los responsables de la inmunidad humoral. En los mamíferos se forman en la médula ósea, y en las aves, en la bolsa de Fabricio. Poseen receptores de membrana específicos (anticuerpos), capaces de reconocer a los antígenos. Cuando se activan ante el contacto de un antígeno, se convierten en células plasmáticas, que se encargan de producir anticuerpos libres específicos contra ese antígeno.

Linfocitos T. Son los responsables de la inmunidad celular, pues no producen anticuerpos, sino que provocan la muerte de determinadas células alteradas. Maduran en el timo. En su membrana disponen de receptores capaces de reconocer antígenos de la superficie externa de otras células, llamados complejo CD3. Las proteínas del complejo CD3 son las que transmiten al interior del linfocito T la información de la interacción de los antígenos a los receptores T. Los linfocitos T pueden producir diferentes tipos de respuesta inmunitaria, lo que se debe a la existencia de varios tipos de linfocitos T:

- **Linfocitos citotóxicos:** destruyen a las células infectadas por virus antes de que estos proliferen en su interior, así como células cancerosas. Presentan en su membrana la glucoproteína CD8.
- **Linfocitos T colaboradores:** se encargan de activar a los linfocitos B y de iniciar la proliferación de los linfocitos T mediante la secreción de interleucinas. También son capaces de activar a los macrófagos sanguíneos aumentando su capacidad de fagocitosis. Presentan en su membrana la glucoproteína CD4.
- **Linfocitos T supresores:** inhiben la actividad de las células colaboradoras e indirectamente provocan que cese la producción de anticuerpos.

Determinados macrófagos (que actúan como células presentadoras de antígenos) fagocitan estructuras antigénicas, y tras su digestión intracelular, sitúan determinados fragmentos antigénicos en su superficie (en la membrana plasmática). Estas células se dirigen hacia los órganos linfoides donde presentan los antígenos de superficie a los linfocitos. Los linfocitos T colaboradores reconocen estos antígenos gracias a sus receptores de membrana que se unen específicamente a los antígenos presentados. Ello provoca que los linfocitos T queden activados, se dividan activamente y segreguen interleucinas, lo que provoca la activación de linfocitos T y la conversión de linfocitos B en células plasmáticas productoras de anticuerpos contra el antígeno correspondiente. Los linfocitos T, por su parte, atacan a las células presentadoras del antígeno, provocando su destrucción.

Opciones A y B

1. **Opción A.** ¿Qué tipo de biomolécula aparece representada en la **figura 1**? ¿Cuál es su función biológica más relevante?

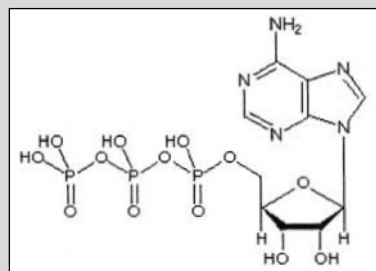


Figura 1

Opción B. Mediante un dibujo en el que aparezca una molécula de ADN indica cómo tiene lugar la desnaturalización de la misma. ¿Es reversible el proceso? Cita un agente físico y otro químico que desnaturalicen el ADN.

2. **Opción A.** Las proteínas son un tipo de biomoléculas que presentan un alto grado de diversidad funcional. Indica cuatro tipos de funciones diferentes desempeñadas por proteínas. ¿Cómo se explica esta diversidad funcional de las proteínas?

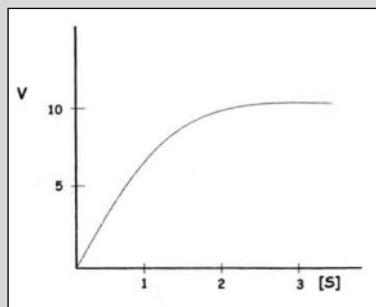


Figura 2

Opción B. A la vista de la gráfica que aparece en la **figura 2** indica lo siguiente:

¿Cuál sería el valor de K_M ?

¿Cómo se modificaría la gráfica en presencia de un inhibidor competitivo? Razona la respuesta.

3. **Opción A.** Representa –mediante un dibujo– los diferentes niveles estructurales (grado de compactación) que tienen lugar en el tránsito de la cromatina interfásica al cromosoma metafásico. ¿Qué estructura se considera como unidad estructural de la cromatina?

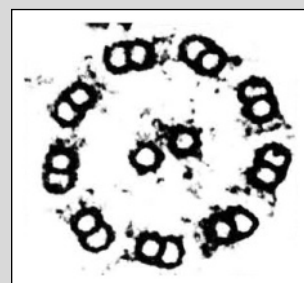


Figura 3

Opción B. Identifica y comenta la función biológica de la estructura que aparece en la **figura 3**.

4. **Opción A.** Escribe un texto coherente, de no más de diez líneas, en el que se relacionen los siguientes compuestos y estructuras en el contexto del metabolismo: Acetil CoA, ácido grasso, ATP, NADH, mitocondria.

Opción B. Escribe un texto coherente, de no más de diez líneas, en el que se relacionen los siguientes compuestos y estructuras: CO_2 , O_2 , NADPH, glucosa, fotosíntesis, H_2O , cloroplastos.

5. **Opción A.** Utilizando un eje de coordenadas como el de la **figura 4**, indica la variación del contenido en ADN de una célula a lo largo de su ciclo celular. Razona la respuesta.

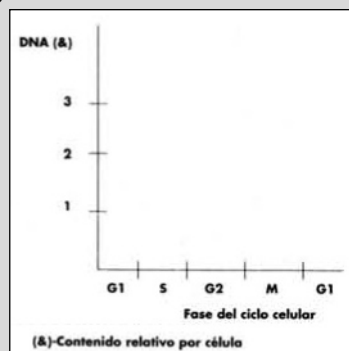


Figura 4

Opción B. Relaciona mediante un texto coherente, de no más de diez líneas, los siguientes conceptos: variedad alélica, recombinación, adaptación y evolución.

6. **Opción A.** A la vista del esquema de la **figura 5**, en el que se representa la transmisión de un determinado carácter patológico en una familia, contesta las siguientes cuestiones:

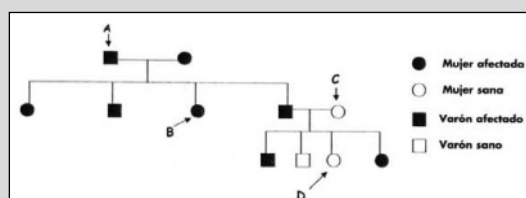


Figura 5

¿Qué tipo de transmisión sigue el carácter?

¿Cuáles serían los genotipos de los individuos señalados por las flechas?

Opción B. Indica cuáles de las siguientes afirmaciones **no** son correctas, y razona en cada uno de los tres casos la respuesta:

- a) Todas las mutaciones son siempre fenotípicamente perjudiciales para el individuo que las tiene.
- b) Las mutaciones suponen una fuente importante de variación alélica.
- c) Las mutaciones tienen lugar cuando un agente mutagénico incide sobre una proteína alterando irreversiblemente su funcionalidad.

7. **Opción A.** Cita un ejemplo de mutualismo en el que intervenga, en cada caso, un microorganismo y: a) una planta verde, b) un vertebrado. Indicando en ambos qué aporta cada organismo participante en la simbiosis, y qué beneficio obtiene cada uno en el proceso.

Opción B. Comenta el papel desarrollado por la ingeniería genética en el campo de la biotecnología. Pon un ejemplo.

8. **Opción A.** La toxina tetánica es una proteína producida por una bacteria que en determinadas circunstancias se establece en ciertos tejidos del organismo. Una buena forma de evitar los efectos de esta toxina consiste en inmunizar al individuo frente a la misma.

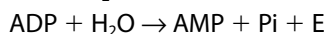
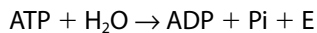
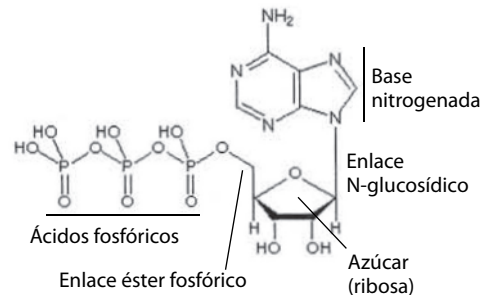
¿Cómo prepararías una vacuna contra la toxina tetánica si la administración de esta es perjudicial para el ser humano? ¿Qué efectores del sistema inmunitario se encargarían de neutralizar la toxina en un individuo inmunizado? Representa el fenómeno con un dibujo. Razona las respuestas.

Opción B. ¿Qué entendemos por inmunidad inespecífica? ¿Qué papel juega cada uno de sus efectores?

Opciones A y B

1. **Opción A.** El ATP (adenosín trifosfato) es un nucleótido no nucleico constituido por una base nitrogenada (adenina), una pentosa (ribosa) y tres moléculas de ácido fosfórico.

Se trata de una molécula que actúa como moneda energética en el metabolismo celular, pues representa la manera más eficaz de tener almacenada la energía. Así, es capaz de almacenar o ceder energía gracias a sus dos enlaces éster-fosfóricos, que son capaces de almacenar cada uno de ellos 7,3 kcal/mol. Cuando se hidroliza se rompe el último enlace éster-fosfórico (desfosforilación) produciéndose ADP y ácido fosfórico, liberándose así 7,3 kcal/mol. El ADP es capaz de hidrolizarse también liberándose de nuevo 7,3 kcal/mol y se produce AMP y ácido fosfórico.



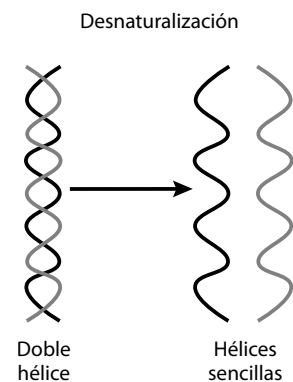
El ATP se utiliza en todas las reacciones metabólicas de biosíntesis de moléculas, también en la contracción muscular, en el movimiento celular, ciliar y flagelar, en el transporte activo a través de la membrana celular, etc.

La síntesis de ATP se puede realizar básicamente por dos vías:

- Fosforilación a nivel de sustrato.
- Mediante enzimas del grupo de las ATP sintetasas.

Opción B. La desnaturalización del ADN produce la separación de las dos hebras, debido a que los enlaces de hidrógeno entre las dos cadenas de polinucleótidos se rompen. Si las hebras complementarias desnaturalizadas se mantienen a una temperatura en torno a 65 °C durante un cierto periodo de tiempo, se vuelve a formar una nueva hélice, por lo que la desnaturalización es un proceso reversible.

Entre los agentes físicos que producen la desnaturalización del ADN podemos citar un aumento de temperatura (por encima de 100 °C) y entre los químicos un cambio en el valor del pH.



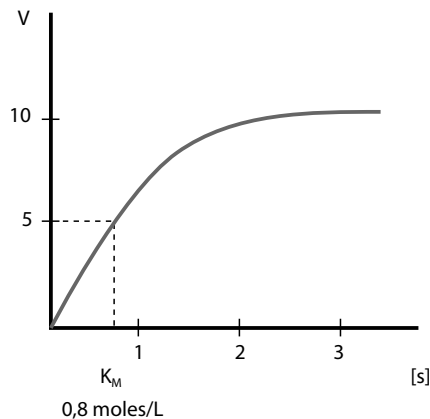
2. **Opción A.** Las proteínas son macromoléculas capaces de adoptar una gran diversidad estructural, lo que les permite desempeñar funciones muy diversas:

- **Función estructural.** A nivel celular destacan las **glicoproteínas** de la membrana plasmática, las proteínas que forman parte de los microtúbulos del citoesqueleto, cilios y flagelos o las **histonas** que se asocian al ADN para formar la cromatina. A nivel histológico podemos citar la **queratina** de la dermis o el colágeno de los tejidos conjuntivos.
- **Función contráctil.** La **actina** y la **miosina** son proteínas que se asocian entre sí, para llevar a cabo la contracción muscular.
- **Función reserva.** Desempeñan esta función la **ovoalbúmina** de la clara de huevo o la **caseína** de la leche.
- **Función de transporte.** Son proteínas transportadoras, las **permeadas** de la membrana celular, la **hemoglobina** de la sangre de vertebrados, que se encarga del transporte de oxígeno por la sangre o las **lipoproteínas** del plasma sanguíneo (HDL, LDL, etc.).
- **Función hormonal.** Son proteínas reguladoras que, distribuidas por la sangre actúan por todo el organismo. Entre ellas podemos citar la **insulina** y el **glucagón**, segregadas por el páncreas, que regulan el metabolismo de la glucosa.
- **Función enzimática.** Son proteínas que favorecen las reacciones químicas que tienen lugar en las células de los organismos. Entre ellas cabe citar la **catalasa**, la **peroxidasa**, los **citocromos**, etc.

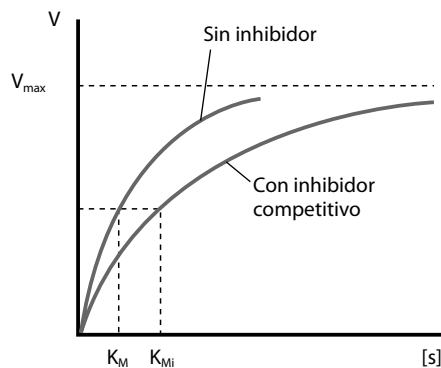
- **Función defensiva.** Destacan las **inmunoglobulinas** o **anticuerpos**, que defienden al organismo contra las infecciones, o la **trombina** y el **fibrinógeno**, que participan en la coagulación sanguínea.
- **Función homeostática.** Realizan esta función proteínas capaces de mantener el equilibrio del medio interno.

Las proteínas son moléculas que se forman por la unión de aminoácidos. Existen veinte aminoácidos distintos formando parte de las proteínas. La combinación y el número de estas moléculas origina una extraordinaria variación de proteínas, lo que explica el elevado número de funciones que realizan.

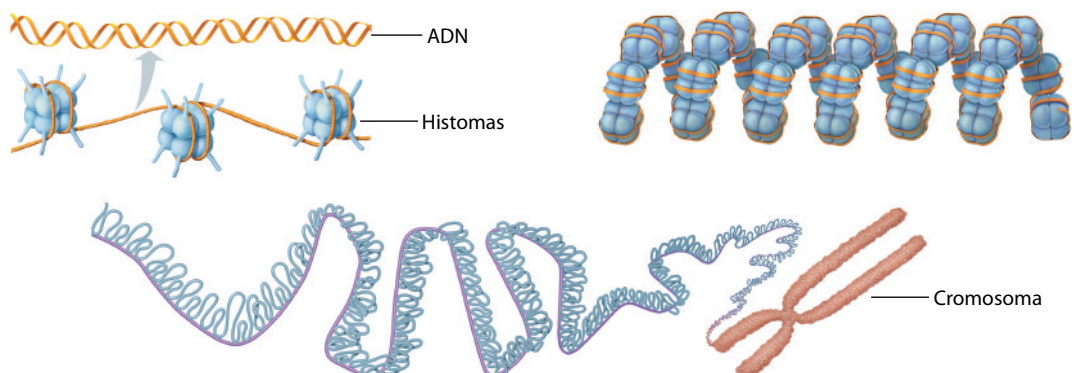
Opción B. $K_M = 0,8 \text{ mol/L}$



Un inhibidor competitivo es una molécula similar al sustrato, por lo que compite con este en la fijación del centro activo de la enzima. Al fijarse el inhibidor a la enzima, esta queda bloqueada. Así, el sustrato no puede fijarse a la enzima. La velocidad de la reacción disminuye.



3. **Opción A.** La cromatina se halla constituida por filamentos de ADN en diferentes grados de condensación, asociada a proteínas, que pueden ser de dos tipos: histonas y no histonas.



Opción B. La figura representa un corte transversal del tallo o axonema de cilios y flagelos.

Contiene en su interior nueve pares de microtúbulos periféricos que se disponen formando un cilindro y un par de microtúbulos centrales, formando una estructura 9 + 2.

Los microtúbulos centrales son completos. Es decir, cada uno formado por 13 protofilamentos de dímeros de tubulina. Sin embargo, en cada pareja de microtúbulos periféricos el más interno, denominado A, es completo, formado por 13 protofilamentos, mientras que el más externo, llamado B, solo presenta 10 protofilamentos, por lo que comparte tres con el A.

El microtúbulo A presenta unas prolongaciones proteicas laterales, denominadas brazos de dineína, que se orientan según las agujas del reloj. Los dobletes de microtúbulos se mantienen unidos entre sí mediante una proteína, la nexina.

4. Opción A. Un posible texto puede ser:

El catabolismo de los ácidos grasos tiene lugar en la mitocondria, concretamente en la matriz mitocondrial. Consiste en la oxidación del carbono β (carbono 3) mediante un proceso denominado β -oxidación o hélice de Lynen, que va escindiendo unidades de dos átomos de carbono a partir del extremo carboxilo, originando en cada vuelta una molécula de acetil-CoA. El acetil-CoA generado se incorpora al ciclo de Krebs, y posteriormente se llevará a cabo la fosforilación oxidativa. La degradación de los ácidos grasos suministra a la célula energía (en forma de ATP), un precursor metabólico (acetil-CoA) y poder reductor (los coenzimas reducidos FADH_2 y NADH).

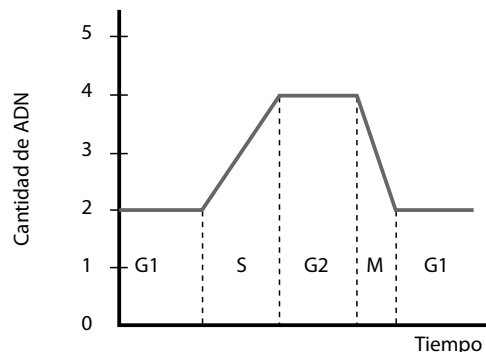
Opción B. Un posible texto puede ser:

La fotosíntesis es un proceso anabólico por el cual las plantas y algunas bacterias pueden transformar la energía de la luz solar en energía química, almacenarla en forma de ATP, y utilizarla posteriormente para fabricar moléculas orgánicas, como glucosa.

La fotosíntesis se divide en dos fases:

- **Fase luminosa o dependiente de la luz.** Se lleva a cabo en los tilacoides de los cloroplastos. En ella la luz es captada por los pigmentos fotosintéticos, localizados en la membrana de los tilacoides. Como resultado se genera ATP, poder reductor (NADPH) y se produce la hidrólisis del agua, proporcionando oxígeno, electrones y protones. Los electrones y los protones pasan a una cadena de reacciones de óxido-reducción, en la que la energía obtenida es almacenada en forma de enlaces químicos, originándose así ATP y poder reductor en forma de NADPH .
- **Fase oscura o independiente de la luz.** Se lleva a cabo en el estroma del cloroplasto. En ella se produce la síntesis de glucosa y otros compuestos orgánicos a partir del dióxido de carbono, utilizando ATP y el NADPH generados en la etapa anterior.

5. Opción A



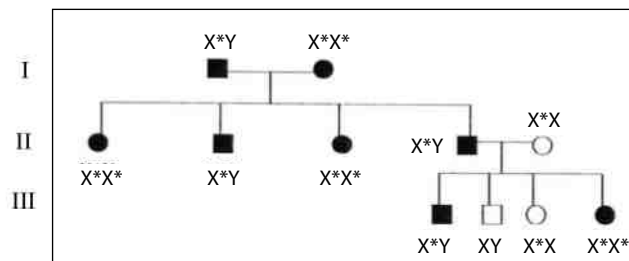
El razonamiento está basado en que en la gráfica se observa que durante el periodo de síntesis o fase S se duplica el ADN a 4x y, al final del ciclo, el material genético vuelve a la cantidad inicial de 2x. Durante la fase M, en la que ocurre la mitosis y la citocinesis se producen dos nuevas células hijas con idéntico material genético que la célula madre.

Opción B. Un posible texto puede ser:

La reproducción sexual genera variabilidad debida a la recombinación génica que ocurre durante la meiosis y a la unión al azar de los gametos durante la fecundación.

La mezcla de genes parentales genera nuevas combinaciones alélicas en los individuos que los hace únicos. Algunas de estas características permiten la adaptación de la descendencia a condiciones adversas, lo que permite la evolución de la especie.

6. **Opción A.** Se trata de un carácter ligado al sexo, concretamente al cromosoma X. El cruce de los individuos II4 y II5 origina hijos afectados de la enfermedad e hijos normales. Para que un hombre esté afectado de la enfermedad bastará con que el cromosoma X porte el gen que provoca la afección (X^*Y). Para que una mujer esté afectada es necesario que reciba este gen recesivo de sus dos progenitores, es decir, sea homocigótica recesiva (X^*X^*). Las mujeres que sean heterocigóticas (X^*X) no padecerán la enfermedad (como le ocurre al individuo II5), serán solo portadoras; es decir, pueden transmitirla a su descendencia.



Opción B

- a) Falso. Gran número de mutaciones son beneficiosas, ya que aportan variabilidad a la población. Ello permite que si se produce un cambio en el ambiente y las condiciones son adversas para los individuos normales, la existencia de organismos portadores de cierta mutación hace que puedan sobrevivir en las nuevas condiciones, y con ello que la especie no se extinga.
- b) Verdadero. Las mutaciones son una de las causas que produce variabilidad heredable.
- c) Falso. Las mutaciones son alteraciones del material genético (ADN en las células y ADN y ARN en los virus). Al ser cambios en el material genético, esto se traduce en cambios en las proteínas, lo que puede afectar a su función biológica.
7. **Opción A.** El mutualismo es un tipo de relación interespecífica que se establece cuando dos o más individuos se asocian con beneficio mutuo. Si las dos especies no pueden vivir por separado, el mutualismo es obligado y se habla de simbiosis.
- a) Ciertas bacterias viven en los nódulos de las raíces de las leguminosas. Desde allí fijan el nitrógeno del aire y producen compuestos nitrogenados inorgánicos que son aprovechados por la leguminosa y cuyo exceso queda en el suelo. Por acción de la fotosíntesis, la leguminosa produce alimentos para sí y para las bacterias.
De este modo ambas salen beneficiadas, pues la planta obtiene nitrógeno y las bacterias, alimento.
- b) Por ejemplo, *Escherichia coli* en el intestino grueso de los humanos. *E. coli* sintetiza vitamina K y algunos tipos de vitamina B, que son utilizadas por el microorganismo. A cambio, el intestino proporciona a la bacteria un ambiente adecuado y nutrientes necesarios para llevar a cabo su metabolismo.

Opción B. La ingeniería genética consiste en la manipulación del ADN de un organismo para conseguir un objetivo determinado. Dicha tecnología se lleva a cabo mediante transferencia de uno o más genes de un organismo a otro, bien sea de la misma o de distinta especie.

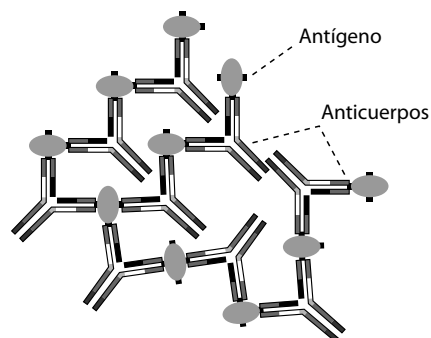
Gracias a la ingeniería genética se han manipulado genes de unas células a otras y ha hecho que los microorganismos, fáciles de cultivar en medios artificiales y de reproducción rápida, tomen un papel importante en este campo, participando como organismos productores de moléculas de importancia en medicina o en la industria agrícola, medio ambiente, etc.

Por ejemplo, actualmente existen ciertas cepas de microorganismos modificadas genéticamente que producen sustancias de interés para las personas, como hormona del crecimiento, insulina, antibióticos, etc.

8. **Opción A.** La vacunación es un método de inmunización activa, ya que estimula a las defensas inmunitarias frente a microorganismos patógenos o sustancias dañinas, sin desarrollar la enfermedad. Mediante ingeniería genética se pueden clonar los genes de las proteínas que producen la toxicidad, haciendo así posible el desarrollo de vacunas sanas y seguras.

La vacuna antitetánica que actualmente se utiliza es un compuesto proteico obtenido a partir de la toxina tetánica y modificado por la acción del calor y del formol (toxóide o anatoxina), aunque conserva su capacidad inmunógena, por lo que estimula la síntesis de anticuerpos por el organismo.

Los efectores que neutralizarían la toxina de un individuo inmunizado serían los anticuerpos, fabricados por los linfocitos de memoria que se obtuvieron tras la vacunación.



Opción B. La inmunidad inespecífica es la que tenemos al nacer, siendo la primera línea de defensa contra los microorganismos. Su nombre hace referencia a que se manifiesta de igual forma ante cualquier agente extraño.

Los mecanismos de la inmunidad inespecífica son los primeros sistemas de defensa que oponemos frente a una invasión. Ante cualquier microorganismo que entre en contacto con nosotros, nuestro cuerpo ofrece barreras físicas (la piel, las secreciones de grasa, las mucosas...) y los factores activos antimicrobianos.

Estos factores antimicrobianos son, por ejemplo, el sudor, el ácido del estómago, etc. Pero los dos factores más importantes, desde el punto de vista de la defensa contra los microorganismos, son la fagocitosis y la reacción inflamatoria.

