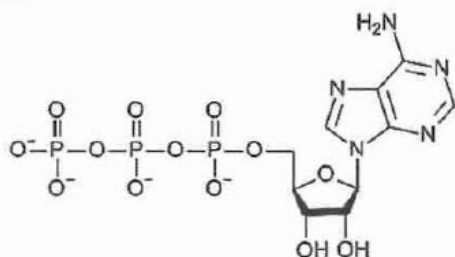


- Indica claramente la opción seleccionada. Sólo se puntuarán respuestas pertenecientes a una única opción.
- El examen consta de 10 preguntas y cada una de ellas se calificará con un valor máximo de 1 punto.
- En caso de plantearse diferentes cuestiones dentro de una pregunta, estas se deben responder de forma clara y ordenada.
- Se valora que las respuestas sean precisas y respondan a la pregunta con claridad y orden usando correctamente la terminología.

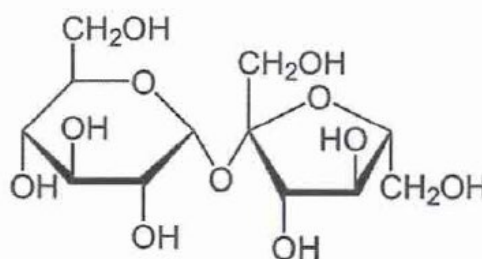
### OPCION A

1. Explica cuatro características del agua indicando cómo están relacionadas con sus funciones en los seres vivos.
2. Indica los grupos principales de biomoléculas orgánicas que intervienen en la actividad celular asociando a cada uno de ellas una función. Identifica a que grupo pertenece cada una de las moléculas que se presentan.

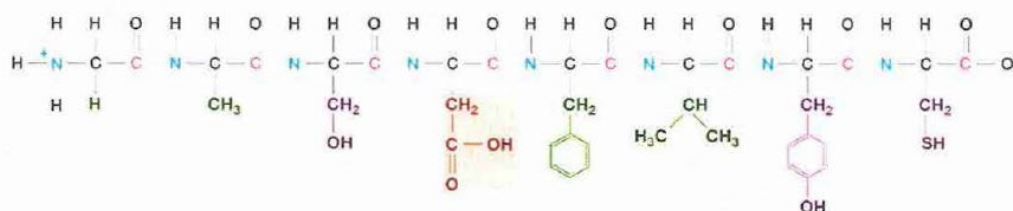
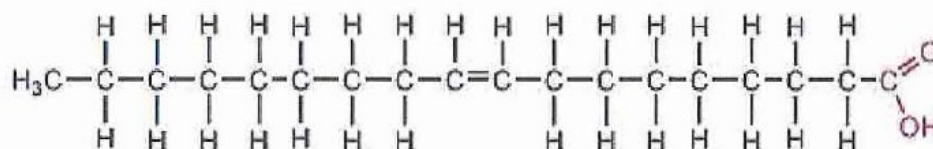
A



B



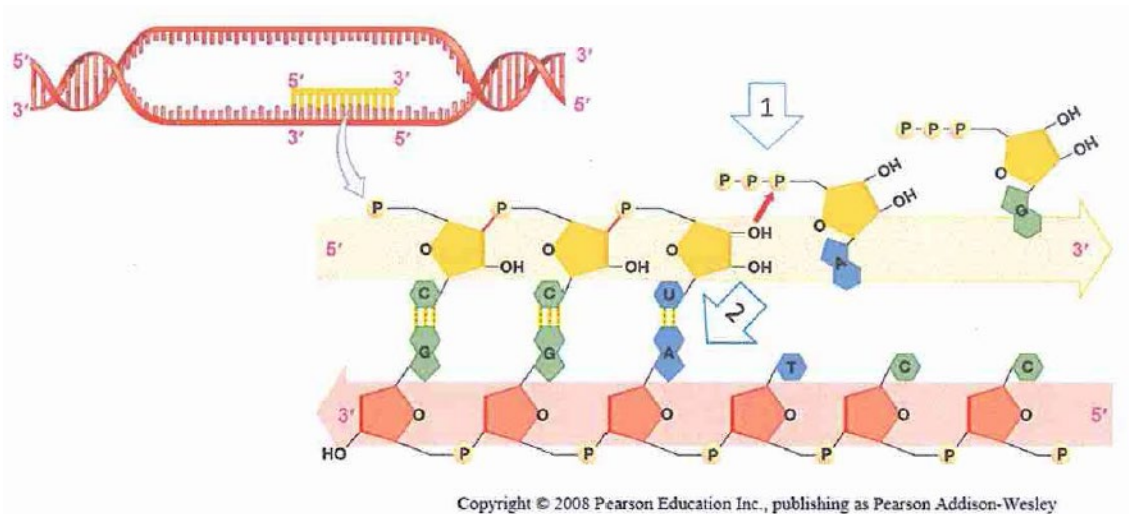
C



D

3. Describe una función para cada uno de los siguientes orgánulos: retículo endoplasmático rugoso, aparato de Golgi y lisosomas. ¿Qué tienen en común estos orgánulos?
4. Describe los procesos que tienen lugar en cada una de las fases de la fotosíntesis indicando su localización celular. Escribe el balance global de la fotosíntesis.
5. Explica el proceso de meiosis, indicando el tipo de células en las que ocurre y su importancia para la evolución de los seres vivos.

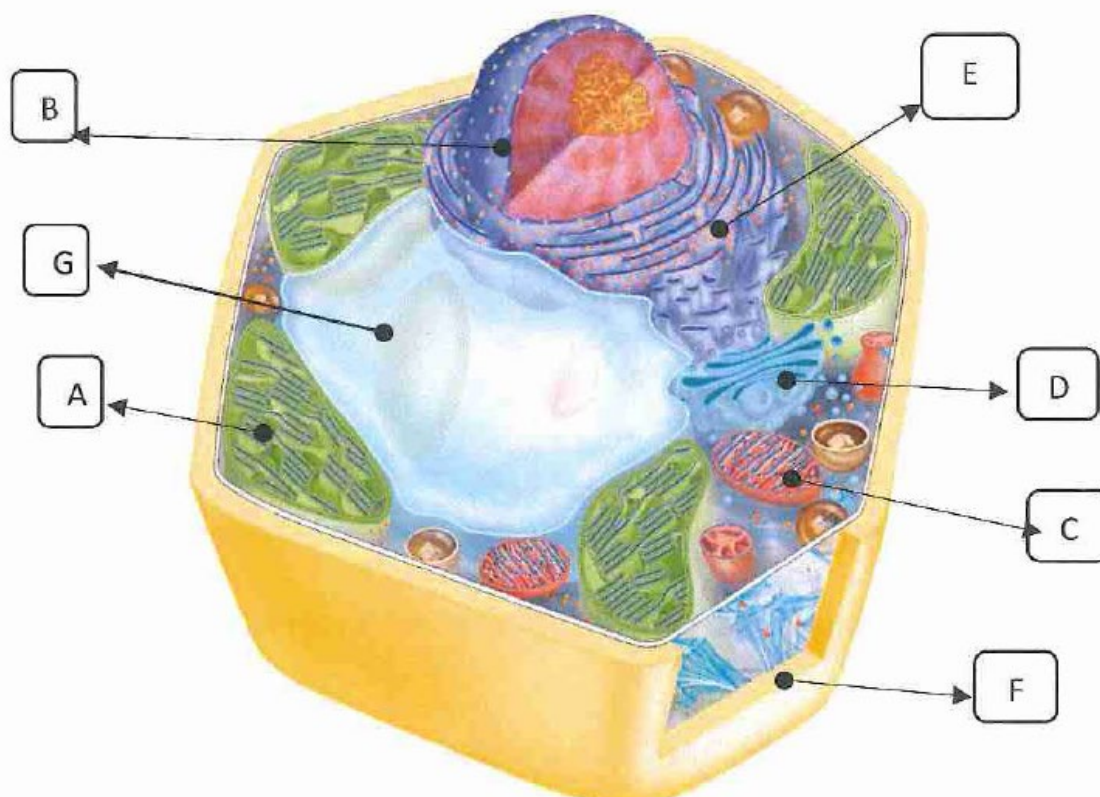
6. ¿Qué proceso está representado en la figura? Explique brevemente el proceso que se representa en esta figura indicando las enzimas que catalizan el proceso. ¿A qué tipo de enlace hacen referencia las flechas 1 y 2?



7. ¿Qué es un agente mutagénico? Cita un ejemplo de agente físico, químico y biológico, ¿A qué hacen referencia los conceptos, mutación génica, cromosómica y genómica?
8. Explica la estructura de una bacteria y un virns. Indica las diferencias que presentan en cada caso respecto a una célula eucariota.
9. Explica como intervienen los microorganismos en los ciclos biogeoquímicos de la naturaleza. En este contexto, indica si tienen una función positiva o negativa para el medioambiente y los seres vivos. ¿Qué consecuencias tendría la ausencia de microorganismos en el medio natural?
10. Describe el concepto de la respuesta inmune humoral y celular. Cita un mecanismo de respuesta que intervenga en cada caso.

## OPCIONB

1. Explica los procesos de difusión, ósmosis y diálisis, interpretando su relación con la concentración salina de las células.
2. Describe la estructura de los carbohidratos de reserva utilizados por las células animales y las vegetales. Cita dos carbohidratos con función estructural, indicando en qué tipo de organismos se presentan, ¿Qué características químicas de estos carbohidratos permiten el desarrollo de esta última función?
3. La siguiente figura muestra una célula. Identifica el tipo de organización celular que se presenta y el nombre que corresponde a las partes indicadas (A, B, C, D, E, F y G). Cita el nombre de dos estructuras celulares que posean doble membrana y dos que posean una sola membrana.



4. Describe de forma esquemática el catabolismo de la glucosa, indicando la localización celular, los sustratos utilizados y los productos obtenidos en cada una de las etapas. ¿Está este proceso presente en organismos fotosintéticos?
5. Define los conceptos de gen, alelo, diploide, genotipo y recesivo.
6. ¿Cómo está determinado el sexo en la especie humana? ¿Es igual en todos los seres vivos? Herencia ligada al sexo y herencia influida por el sexo. ¿Qué tienen en común y en qué se diferencian? Pon un ejemplo de genética humana para cada caso.
7. ¿Qué representa la figura? Partiendo de la siguiente cadena peptídica  $\text{NH}_2\text{-Met-Ala-Tyr-Arg-ProGly-COOH}$ , escribe la secuencias de bases de tres posibles RNAm que se podrían traducir en esta secuencia peptídica. ¿Qué sentido tiene el término "stop" en la tabla?

	U	C	A	G	
U	UUU } Phe UUC UUA } Leu UUG	UCU } Ser UCC UCA UCG	UAU } Tyr UAC UAA } Stop codon UAG } Stop codon	UGU } Cys UGC UGA } Stop codon UGG } Trp	U C A G
C	CUU } Leu CUC CUA CUG	CCU } Pro CCC CCA CCG	CAU } His CAC CAA } Gln CAG	CGU } Arg CGC CGA CGG	U C A G
A	AUU } Ile AUG } Met AUA } Start codon	ACU } Thr ACC ACA ACG	AAU } Asn AAC AAA } Lys AAG	AGU } Ser AGC AGA } Arg AGG	U C A G
G	GUU } Val GUC GUA GUG	GCU } Ala GCC GCA GCG	GAU } Asp GAC GAA } Glu GAG	GGU } Gly GGC GGA GGG	U C A G

© 2017 Pearson Education, Inc.

8. Define los conceptos de priones y viroides, indicando las diferencias y similitudes con los virus.
9. ¿Qué es un microorganismo? Explica los distintos tipos de estructura celular que pueden tener los microorganismos y pon un ejemplo de cada tipo.
10. ¿Cuál es la función de los anticuerpos? Explica cómo se activa su producción en el cuerpo humano.

## OPCIÓN A.

### 1. Solución:

### BIOMOLÉCULAS

Propiedad del agua	Función en los seres vivos
<p><b>1. Elevada cohesión molecular.</b> La íntima unión entre las moléculas a través de los enlaces de hidrógeno permite al agua ser un fluido dentro de un amplio margen de temperatura. Es, además, un líquido <b>incompresible</b>, ya que mantiene constante su volumen aunque se apliquen fuertes presiones.</p>	<p><b>Función estructural.</b> La elevada cohesión de las moléculas permite al agua dar volumen a las células, turgencia a las plantas, e incluso actuar como esqueleto hidrostático en algunos animales invertebrados. También facilita los cambios y deformaciones en el citoplasma.</p> <p><b>Función mecánica amortiguadora.</b> Por ser un líquido incompresible, es idónea para ejercer esta función en las articulaciones de los animales vertebrados, constituyendo parte del líquido sinovial que evita el contacto entre los huesos.</p>
<p><b>2. Elevado calor específico.</b> Las moléculas de agua pueden absorber una gran cantidad de calor sin elevar notablemente, por ello, su temperatura, ya que parte de la energía es empleada en romper los enlaces de hidrógeno.</p> <p><b>3. Elevado calor de vaporización.</b> Cuando el agua pasa de estado líquido a estado gaseoso necesita absorber mucho calor para romper todos los enlaces de hidrógeno. Gracias a esta propiedad, se puede eliminar una gran cantidad de calor con poca pérdida de agua.</p>	<p><b>Función termorreguladora.</b> El elevado calor específico del agua permite mantener constante la temperatura interna de los seres vivos. El elevado calor de vaporización explica la disminución de temperatura que experimenta un organismo cuando el agua se evapora en la superficie de su cuerpo.</p>
<p><b>4. Elevada constante dieléctrica.</b> Esta propiedad indica la tendencia del agua a oponerse a las atracciones electrostáticas entre iones positivos y negativos. Este factor, superior al de otros disolventes líquidos, favorece la disolución de las redes cristalinas.</p> <p><b>5. Elevada fuerza de adhesión.</b> Las moléculas de agua tienen una gran capacidad para adherirse a las paredes de conductos de diámetros pequeños, ascendiendo en contra de la acción de la gravedad. Este fenómeno se conoce con el nombre de capilaridad</p>	<p><b>Función de transporte.</b> La elevada capacidad disolvente del agua permite el transporte de sustancias en el interior de los seres vivos y su intercambio con el medio externo, facilitando el aporte de los componentes nutritivos y la eliminación de los productos de desecho. La capilaridad contribuye a la ascensión de la savia bruta a través de los vasos leñosos.</p>

**2. Solución:**

**BIOMOLÉCULAS**

Los principales grupos de biomoléculas orgánicas que intervienen en la actividad celular son:

- **Glúcidos.** Almacenan y proporcionan energía (como la glucosa o los homopolisacáridos de reserva) y también tienen función estructural (como la celulosa y la quitina)
- **Lípidos.** Son compuestos con diversas funciones biológicas: estructurales (son elementos mayoritarios en las membranas celulares), energéticas (algunos, como los triacilglicéridos, son eficientes reservas energéticas) y vitamínicas y hormonales (muchas de las vitaminas y hormonas de los vertebrados son lípidos).
- **Proteínas.** Su gran diversidad estructural les confiere la capacidad de intervenir en muchas y diversas funciones, como las de transporte, hormonal, función contráctil, función protectora, función enzimática, función homeostática, de reconocimiento de señales químicas o estructural.
- **Nucleótidos.** Integran los ácidos nucleicos que constituyen la información genética de los organismos. También pueden encontrarse libres realizando funciones de transporte de energía, mensajeros químicos y coenzimas.

Las moléculas representadas son:

- A. Nucleótido (ATP)
- B. Glúcaro (disacárido sacarosa)
- C. Lípido (ácido graso monoinsaturado: ácido oleico)
- D. Proteína (polipéptido)



### 3. Solución: **CÉLULAS Y SUS COMPONENTES. METABOLISMO CELULAR**

- **Retículo endoplasmático rugoso (RER).** Entre sus funciones destaca de la **síntesis y almacenamiento de proteínas**. Las enzimas implicadas en esta función se sitúan de manera simétrica, siendo distintas las de la cara citosólica de las de la cara luminal. Las proteínas se sintetizan en los ribosomas que van adheridos a la cara citosólica del RER. Al mismo tiempo que se sintetizan, y mediante un complejo mecanismo, pueden quedarse en la membrana como proteínas transmembrana o pasar al lumen intermembranoso para ser exportadas a otros destinos, incluido el exterior celular.
- **Aparato de Golgi.** Entre sus funciones está el **mecanismo de transporte golgiano**. Las proteínas son exportadas por el RER y englobadas en vesículas que se unen a la región *cis* del dictiosoma. Las proteínas secretadas se desplazan de una cisterna a otra gracias a vacuolas condensantes que se originan en los bordes dilatados de las cisternas. Progresivamente, la concentración de proteínas va aumentando conforme van pasando a través de los sáculos intermedios hasta llegar a los situados en la cara *trans* del dictiosoma.
- **Lisosomas.** Estos orgánulos contienen alrededor de cincuenta enzimas hidrolíticas diferentes, capaces de degradar todo tipo de polímeros biológicos. Los lisosomas actúan como un **sistema digestivo celular**, degradando el material captado del exterior por endocitosis y digiriendo por autofagia materiales de la propia célula que ya han cumplido su función biológica. Las vesículas que se forman directamente del aparato de Golgi se denominan lisosomas primarios. Cuando la célula incorpora por endocitosis el material, se genera una vesícula endocítica o fagosoma. Es entonces cuando un lisosoma primario se fusiona, formando un lisosoma secundario o fagolisosoma en el que las enzimas hidrolíticas degradan las sustancias para que puedan ser utilizadas por la célula.

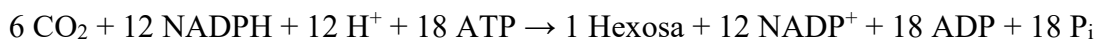
Estos orgánulos tienen en común el formar parte del **sistema de endomembranas** de la célula y el participar de un modo u otro en el proceso de **síntesis, maduración y transporte de proteínas**. Las proteínas se sintetizan por los ribosomas adheridos al RER. De ahí pueden transportarse mediante vesículas hasta el aparato de Golgi, donde continúa su procesado y maduración. Es aquí donde se producen las vesículas para el transporte de estas proteínas hacia la membrana plasmática; si las vesículas están cargadas de enzimas digestivas darán lugar a la formación de lisosomas.

#### 4. Solución: **CÉLULAS Y SUS COMPONENTES. METABOLISMO CELULAR**

La fotosíntesis consta de dos fases, la fase lumínica o fotoquímica y la fase oscura o biosintética.

- La **fase lumínica** comprende un conjunto de reacciones dependientes de la luz y del agua que tienen lugar en las membranas tilacoidales. En esta fase, los electrones liberados tras la incidencia de los fotones sobre los fotosistemas conseguirán, a través de una cadena redox, reducir el  $\text{NADP}^+$  a **NADPH**. La energía liberada en esta cadena de transporte electrónico se utiliza parcialmente en un bombeo de protones, que finalmente permitirá la síntesis de **ATP**, proceso denominado **fotofosforilación**.
- La **fase oscura** consta de una serie de reacciones que no dependen de la luz y que se producen en el estroma. En ellas, con la energía almacenada en el ATP y el poder reductor conseguido en la fase lumínica, se asimila el  $\text{CO}_2$  de la atmósfera y se reduce su carbono, obteniendo de este modo **biomoléculas exclusivas** de los seres vivos. Este proceso recibe también el nombre de **fijación del carbono** por las plantas.

La reacción global de la fase oscura de la fotosíntesis sería:





5. Solución:

**DIVISIÓN CELULAR**

La **meiosis** es un tipo de división celular que tiene la misma finalidad en todo tipo de células: producir células haploides ( $n$  cromosomas), es decir, con la mitad del contenido de ADN. Estas células son los **gametos** de los organismos que se reproducen sexualmente. Las características básicas de la meiosis son:

- A partir de una célula diploide ( $2n$  cromosomas), denominada genéricamente meiocito, se obtienen **cuatro células haploides** genéticamente diferentes entre sí y distintas de la célula madre, pero con la mitad de cromosomas.
- Se produce un fenómeno de **recombinación genética** o intercambio de material hereditario entre las cromátidas de los cromosomas homólogos.

La meiosis consta de **dos divisiones sucesivas** (meiosis I y meiosis II) que, al igual que la mitosis, están divididas en varias etapas. En la interfase previa a la meiosis I, como resultado de la replicación del ADN, se produce la duplicación de los cromosomas, que quedan formados por dos cromátidas unidas por el centrómero.

Durante la **meiosis I**, también conocida como división reduccional, se aparean los cromosomas homólogos y se produce el intercambio de material hereditario. Este proceso recibe el nombre de **sobrecruzamiento cromosómico** y se produce en la etapa de *paquiteno* (profase I). Consiste en que las cromátidas hermanas de los cromosomas homólogos se entrecruzan y se fragmentan transversalmente dando lugar a un intercambio de ADN entre ellas. La consecuencia de este sobrecruzamiento es la **recombinación génica** o intercambio de genes. El resultado final de la meiosis I es la obtención de dos células hija con la mitad de cromosomas que tenía la célula madre, y con dos cromátidas cada una de ellas recombinadas al azar.

La **segunda división meiótica** se desarrolla del mismo modo que la mitosis y lo hace simultáneamente en las dos células hija. Antes de comenzar, se produce una corta interfase en la que no hay síntesis de ADN. Como resultado de la meiosis II se obtienen cuatro células hija, cada una de las cuales tiene la mitad de los cromosomas de la célula madre. Son células haploides y genéticamente distintas, ya que tienen algunos de sus cromosomas recombinados.

La meiosis tiene gran importancia desde el punto de vista evolutivo porque **contribuye a generar variabilidad genética**. La mutación es, sin duda, la fuente primaria de esta variabilidad porque aporta nuevos genes, mientras que la recombinación genética y la segregación cromosómicas (ambas ocurren al azar) son fuente secundarias, pues reorganizan los genes en los cromosomas.

6. Solución:

**GENÉTICA. EVOLUCIÓN**

El proceso representado en la figura es el de **transcripción** o síntesis del ARN. Es el primer proceso de la expresión génica y consiste en la copia de una secuencia de ADN a un ARN mediante una enzima llamada **ARN polimerasa**

La síntesis del ARN necesita de los siguientes elementos:

- Una **cadena de ADN** que actúe como molde. De las dos cadenas de nucleótidos que forman el gen, solo una (la denominada molde) se transcribe, mientras que la otra (llamada informativa o codificante) no lo hace.
- **Enzimas**. El proceso está catalizado por las **ARN polimerasas**, solo una en los procarióticos, que se encarga de la síntesis de todos los tipos de ARN, y tres en los eucarióticos, las ARN polimerasas I, II y III. Las ARN polimerasas avanzan a lo largo de la cadena molde de ADN en sentido  $3' \rightarrow 5'$ , mientras que el sentido de la síntesis del ARN es  $5' \rightarrow 3'$ .
- **Ribonucleótidos trifosfatos** de A, G, C y U. Se unen mediante un enlace éster entre el ácido fosfórico, situado en la posición  $5'$  de un ribonucleótido, y el grupo  $\text{—OH}$ , ubicado en el extremo  $3'$  del último ribonucleótido de la cadena de ARN en formación.

La transcripción consta de tres etapas: iniciación, elongación y terminación; una vez formado el ARN, se produce su maduración.

Los enlaces de la figura son:

1. **Enlace éster** que une un nucleótido con otro, liberándose un resto de PPi en cada unión.
2. **Enlaces de hidrógeno** que se establecen entre bases complementarias.

7. Solución:

**GENÉTICA. EVOLUCIÓN**

Los **agentes mutagénicos** son aquellos agentes físicos, químicos o biológicos que aumentan la tasa de mutación espontánea de una especie. Todos ellos actúan dañando o alterando la estructura del ADN.

Ejemplos de agentes mutagénicos son:

- **Físicos:** radiaciones no ionizantes, como los rayos ultravioleta (UV)
- **Químicos:** sustancias intercalantes como la proflavina, un colorante que se puede intercalar entre las bases nitrogenadas de una cadena de ADN, originando inserciones o deleciones de un solo par de bases.
- **Biológicos.** Son aquellos organismos vivos que pueden alterar las secuencias del material genético de su hospedador; como por ejemplo; virus, bacterias y hongos. Son ejemplo los transposones (fragmentos autónomos de ADN).

Las mutaciones se pueden clasificar siguiendo diferentes criterios. Si se atiende a la **extensión del material genético afectado**, las mutaciones pueden ser:

- **Génicas.** Son las mutaciones en el sentido más estricto. Provocan cambios en la secuencia de nucleótidos de un gen concreto.
- **Cromosómicas.** Afectan a la disposición de los genes de un cromosoma, pero no a la secuencia de nucleótidos del gen.
- **Genómicas.** Son aquellas que alteran, aumentándolo o disminuyéndolo, el número de cromosomas característico de la especie.

8. Solución:

**MICROBIOLOGÍA**

Las **bacterias** son seres vivos unicelulares y de organización **procariótica**, capaces de nutrirse, reproducirse y relacionarse con su medio por sí mismas.

Varios aspectos de la morfología de las bacterias las diferencian de las células eucarióticas, como son la **ausencia de membrana nuclear** y una **ausencia casi total de orgánulos en el citoplasma**.

Las principales estructuras presentes en las bacterias son las siguientes:

- **Cápsula bacteriana.** No aparece en células eucarióticas. Es una capa externa presente en casi todas las bacterias patógenas. No presenta una estructura definida. Está compuesta por polímeros de glucosa, glucoproteínas, acetilglucosamina y ácidos urónico y glucurónico. Entre sus funciones destacan la regulación del intercambio de agua, iones y nutrientes con el medio, ser un reservorio de agua en situaciones de desecación, facilitar la adherencia a los tejidos del huésped y dificultar la acción de anticuerpos, bacteriófagos y células fagocíticas. La cápsula posibilita además la formación de colonias.
- **Pared celular o bacteriana.** Tampoco aparece en células eucarióticas. Es una envuelta rígida característica de todos los tipos de bacterias, excepto de los micoplasmas. Mantiene la forma de la célula frente a los cambios de presión osmótica y regula el paso de iones. Una vez constituida la pared, resiste a la acción de los antibióticos.
- **Membrana plasmática.** Es una membrana de tipo unitario que limita al citoplasma y regula el paso de sustancias. La ausencia en ella de la molécula de colesterol y la presencia de mesosomas (invaginaciones hacia el interior de la célula) son los únicos aspectos distintivos de su estructura en relación con las células eucarióticas.
- **Citoplasma.** Constituido por una disolución gelatinosa de agua y proteínas de aspecto granuloso que rodea al llamado nucleóide y donde se sitúa el material genético. En el seno del citoplasma se encuentran los *ribosomas*, muy numerosos y los únicos orgánulo. Son más pequeños que los de la célula eucariótica y aparecen libres; *inclusiones*, sustancias que la bacteria acumula en momentos de abundancia o residuos metabólicos sin membrana que los rodee; y *vesículas*, pequeños espacios delimitados por proteínas que acumulan masas de sustancias gaseosas. Pueden ser muy numerosas y aseguran la flotabilidad en algunas bacterias fotosintéticas.
- **Material genético.** A diferencia del ADN eucariótico, es una larga y única molécula de ADN, circular y bicatenario. Está sumamente plegada y asociada a proteínas no histónicas. Además del cromosoma bacteriano, existe un número indeterminado de pequeñas moléculas circulares de ADN extracromosómico, los **plásmidos**, que las bacterias a menudo intercambian.
- **Pili y fimbrias.** Son estructuras tubulares que aparecen como anclajes en la superficie de algunas bacterias Gram negativas.
- **Flagelos.** Son estructuras de locomoción que se hallan en número variable.

Los **virus** son partículas microscópicas **sin estructura celular**, constituidos por un fragmento de **ácido nucleico** al que rodea una **cápsula proteica**. Aunque no realizan las

funciones de nutrición y relación, hecho por el que muchos científicos no los consideran seres vivos, sí son capaces de reproducirse, aunque para ello necesitan de una célula. Son, por tanto, **parásitos intracelulares obligados** con dos fases, una **fase extracelular inerte** y una **fase intracelular activa**.

Un **virión** es un virus en fase extracelular, constituido en los casos más simples, como los virus desnudos, por un ácido nucleico y una cápsida proteica. Los virus envueltos presentan, además, una **envuelta externa**. Es necesario que la partícula vírica esté completa para poder desarrollar la fase infectiva. Los ácidos nucleicos víricos contienen ADN o ARN, y nunca coexisten los dos en un mismo virus. Tienen una o más moléculas, circulares o lineales, mono o bicatenarias. Todos los virus con genomas de ARN de cadena doble, e incluso algunos de cadena sencilla, tienen varias cadenas de ARN independientes, con genes distintos que codifican solamente una o dos proteínas. Esto es lo que se denomina genoma fragmentado. No se han descrito virus de ADN con genoma fragmentado.

Los virus más simples solo llevan información para codificar unas ocho proteínas, y este número puede llegar a doscientas en los virus más complejos. Las proteínas pueden ser **estructurales** si están destinadas a la formación de la cápsida, pero las hay también **enzimáticas**, cuando están implicadas en la síntesis de los ácidos nucleicos víricos. Existen, además, proteínas **aglutinantes**, que facilitan la adherencia a la membrana de la célula huésped. Una vez dentro de ella, muchos virus utilizan el sistema enzimático de la célula para la síntesis de su ARNm y de sus proteínas.

**9. Solución:**

**MICROBIOLOGÍA**

La materia circula en los ecosistemas según un **sistema cerrado**. Los seres productores construyen moléculas orgánicas a partir de un compuesto inorgánico, el  $\text{CO}_2$ , y una fuente de energía, que puede ser la de la luz solar o la que se desprende de los procesos de oxidación de los compuestos inorgánicos. La materia orgánica elaborada pasa a los consumidores y a los descomponedores. Los primeros aprovechan la materia orgánica, y los segundos la degradan y la transforman en minerales asimilables de nuevo.

A diferencia de la energía, que se disipa en forma de calor cuando pasa de unos niveles tróficos a otros, la materia se mantiene constante. Los bioelementos que la forman circulan entre los seres vivos y la materia mineral, según los mecanismos de reciclaje que constituyen los llamados ciclos de la materia o **ciclos biogeoquímicos**. Los **microorganismos** desempeñan un papel primordial porque algunas transformaciones solo pueden ser llevadas a cabo por bacterias. Son pues, **imprescindibles para la vida**.

Un par de ejemplos de las transformaciones en las que participan los microorganismos son:

- En el **ciclo del carbono**, los restos de animales y plantas constituyen acúmulos de materia orgánica sobre los que actúan bacterias y hongos para descomponerlos y devolver  $\text{CO}_2$  al medio por fermentación o por respiración anaerobia. Las arqueobacterias metanogénicas utilizan este  $\text{CO}_2$  para producir metano ( $\text{CH}_4$ ), que se reoxida hasta  $\text{CO}_2$  atmosférico por la acción de las bacterias metanótrofas (del metano).
- En el **ciclo del nitrógeno**, cuando los organismos mueren, sus restos sufren putrefacción por las bacterias y los hongos del suelo, que generan amoníaco en un proceso llamado amonificación. El amoníaco, mediante la nitrificación, puede ser utilizado por las plantas. Este procedimiento transcurre en dos etapas: primero actúan las bacterias nitrosificantes (*Nitrosomonas*), que oxidan el amoníaco a nitritos, y posteriormente las bacterias nitrificantes (*Nitrobacter*), que convierten los nitritos en nitratos. Los nitratos formados pueden ser asimilados por las plantas, y de ellas, pasar a los animales. El nitrógeno atmosférico no puede llegar directamente a las plantas, lo hace gracias a las bacterias fijadoras de nitrógeno como *Nostoc*, *Azotobacter*, *Clostridium* o *Rhizobium*. Esta vive en simbiosis con plantas leguminosas, formando nódulos radiculares donde el nitrógeno atmosférico se convierte en amoníaco. Cerrando el ciclo, las bacterias desnitrificantes como *Pseudomonas* convierten los nitratos en nitrógeno molecular, que pasa de nuevo a la atmósfera, con lo que el suelo se empobrece en este elemento. Esto ocurre cuando en el suelo se dan condiciones anaerobias.

En **ausencia de microorganismos**, los **ciclos biogeoquímicos no podrían cerrarse**, los compuestos no podrían reciclarse y volver a ser aprovechados por los productores que morirían, y detrás de ellos los restantes componentes de la biocenosis.

**10. Solución:**

**SISTEMA INMUNITARIO**

La **respuesta inmune** es el conjunto de procesos que se desencadenan cuando una sustancia extraña (antígeno) penetra en el organismo y este no la reconoce como propia. La respuesta tiene lugar a través de dos mecanismos:

- La fabricación de anticuerpos: es la llamada **respuesta inmune humoral**.
- La formación de células: la **respuesta inmune celular**.

En ambos casos el fin es el mismo: neutralizar al agente invasor y volver al organismo inmune.

La **respuesta inmune humoral** es la que está **mediada por anticuerpos**, producidos por los **linfocitos B**.

El mecanismo de la respuesta inmune humoral es el siguiente: cuando un antígeno penetra en el organismo, encuentra al linfocito que muestra en su superficie el anticuerpo con el que se puede acoplar. Esta unión estimula y activa al linfocito, que prolifera rápidamente generando dos estirpes celulares:

- **Células plasmáticas**, que se sitúan en la corteza de los ganglios linfáticos y producen anticuerpos que acceden a la zona infectada a través de la linfa.
- **Células de memoria**, que se mantienen en la sangre y continúan fabricando pequeñas cantidades de anticuerpos durante mucho tiempo. Así, una vez superada la infección, si el organismo vuelve a encontrarse con el patógeno, este dispone de cierta cantidad de anticuerpos específicos contra él.

En la **respuesta inmune celular** intervienen los **linfocitos T** y los **macrófagos**, pero no se fabrican anticuerpos, y es un mecanismo especialmente efectivo en la destrucción de células infectadas por un virus, en células tumorales, en células extrañas o en células que contienen parásitos en crecimiento.

El mecanismo de la respuesta inmune celular es el siguiente: cuando un antígeno logra penetrar en el cuerpo, es detectado por los macrófagos, que lo fagocitan. Después, los lisosomas fabrican enzimas hidrolíticas que deshacen las proteínas del antígeno, transformándolas en pequeños péptidos que son expuestos en la superficie del macrófago gracias a las proteínas del **complejo principal de histocompatibilidad** (MHC). Los linfocitos T disponen en su membrana de **receptores especializados** (TCR) en reconocer esos fragmentos peptídicos unidos a proteínas MHC (complejos antigénicos) en la superficie de otras células.

Cuando se produce el reconocimiento y la unión con el complejo antigénico se activa el linfocito T, que responde dividiéndose y diferenciándose en cuatro posibles tipos celulares:

- **Linfocitos T citotóxicos**, que reaccionan ante péptidos extraños situados en la superficie de cualquier célula. Se fijan sobre ella y liberan proteínas que la destruyen.
- **Linfocitos T colaboradores**, que promueven la proliferación de los linfocitos citotóxicos y de linfocitos B.
- **Linfocitos T supresores**, que inhiben la acción de los linfocitos colaboradores y detienen la respuesta inmune.



- **Células de memoria.**