

Olimpiadas de Biología

DE LA COMUNIDAD DE MADRID

ORGANIZA



Colegio Oficial de Biólogos
de la Comunidad de Madrid

Santillana

OLIMPIADAS DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

M.^a Victoria Pérez Celada, Manuela Pozuelo Pizarro
M.^a Lara Callejo Gea, Eduardo Moreno Heras
Raquel San Sotero Arriscado

ORGANIZA



**Colegio Oficial de Biólogos
de la Comunidad de Madrid**

EDITA

Santillana

COLABORA



**Universidad Complutense
de Madrid**

PATROCINA



**CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN
Comunidad de Madrid**

**Dirección General de Centros Docentes
Consejería de Educación
de la Comunidad de Madrid**

Índice

Introducción	5
Bases y premios	13
Participantes y premiados	14
PRIMERA OLIMPIADA	
Cuestionario de la categoría ESO	17
Cuestionario de la categoría Bachillerato	35
SEGUNDA OLIMPIADA	
Cuestionario de la categoría ESO	59
Cuestionario de la categoría Bachillerato	85
TERCERA OLIMPIADA	
Cuestionario de la categoría ESO	117
Cuestionario de la categoría Bachillerato	141

Introducción

La preocupación por el estado de la enseñanza de la Biología propició que, en el seno del Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid (COBCM), surgieran iniciativas destinadas a fomentar entre los estudiantes de Enseñanza Secundaria el interés por esta ciencia. En este contexto se constituyó el grupo de trabajo encargado de diseñar y organizar las Olimpiadas de Biología.

El 24 de mayo de 2003 tuvo lugar en la Facultad de Biología de la Universidad Complutense (UCM) la primera Olimpiada de Biología de la Comunidad de Madrid, pionera en esta disciplina científica dentro del ámbito nacional, con más de cuatrocientos alumnos participantes repartidos en dos categorías: ESO y Bachillerato. La buena acogida inicial ha sido superada sin excepción en las convocatorias sucesivas, lo que nos permite afirmar que en la actualidad las Olimpiadas de Biología cuentan con gran difusión entre los centros educativos de nuestra Comunidad y están convenientemente consolidadas.

Por nuestra parte, nos sentimos satisfechos de proporcionar a los participantes en este evento –estudiantes y profesores– un motivo de encuentro, y la posibilidad de intercambiar opiniones sobre Biología y otros temas científicos o académicos relacionados con ella. Pensamos que la preparación de la prueba permite a los alumnos de segundo de Bachillerato adquirir una visión básica pero global de la Biología, útil para su formación y estudios posteriores. El trabajo en equipo de los alumnos de cuarto de ESO propicia la argumentación, la toma de decisiones y el obligado consenso de las respuestas, actitudes necesarias para alcanzar su madurez como estudiantes y jóvenes investigadores.

En este documento se recogen los contenidos de las pruebas correspondientes a las tres primeras ediciones de las Olimpiadas y su solución acompañada de un breve comentario explicativo. Hemos pretendido que los argumentos de las soluciones sean concisos y limitados estrictamente al planteamiento de la pregunta; precisamente por ello, el texto final puede entrañar ciertas dificultades a los estudiantes, que precisarán en algún caso la ayuda de su profesor. Esperamos que el documento sirva también a los docentes como material didáctico de apoyo para su uso en clase o como guía en la preparación de los alumnos que deseen participar en próximas convocatorias.

Agradecemos a centros, profesores y alumnos participantes el interés mostrado e invitamos a aquellos centros de la Comunidad que aún no lo han hecho a unirse en próximas convocatorias: las Olimpiadas constituyen una actividad educativa, científica y motivadora para sus indiscutibles protagonistas, los alumnos. Asimismo, nuestro agradecimiento a la Dirección General de Centros Docentes de la Consejería de Educación que patrocina el evento y a la Facultad de Biología de la UCM que pone a nuestra disposición la infraestructura necesaria para la celebración de las pruebas y la entrega de premios.

La gran cantidad de noticias con contenido científico que aparecen diariamente en los medios de comunicación da una idea del papel fundamental que la biología está representando en estos momentos. *Cambio climático, desertización, gestión del agua, protección y recuperación de especies y espacios naturales, control epidemiológico, brotes de legionella, gripe aviar, gestión medioambiental en la empresa, prevención de riesgos laborales, empresas de base biotecnológica, policía científica, pruebas de ADN para identificación de víctimas, células madre, reproducción humana asistida, genoma humano, bancos de cordón umbilical, medicina regenerativa...*, son términos ya habituales incorporados al lenguaje normal de la población. Durante la educación secundaria, nuestros jóvenes alumnos, abordan temas como el estudio de la diversidad biológica, la organización y funciones vitales de los organismos: nutrición, relación y reproducción, análisis de los componentes biológicos, estructura y funcionamiento celular, así como la organización del material genético y sus funciones. Detrás de todos estos términos están las investigaciones, el estudio y el trabajo de muchos biólogos, profesionales indispensables para la vida.

El Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid (COBCM), que tiene entre sus fines la promoción y fomento del progreso de la Biología y el servicio de la profesión a la sociedad, organiza anualmente las Olimpiadas de Biología de la Comunidad de Madrid. Con esta iniciativa, pretendemos promover los fundamentos de esta rama del saber, que aporta a los estudiantes de educación secundaria conocimientos sobre los principios de la vida y valores necesarios para que su desarrollo académico y humano, así como su toma de decisiones futuras, sean acordes con la salvaguarda de la biosfera.

Las Olimpiadas de Biología de la Comunidad de Madrid, celebradas en mayo de los años 2003, 2004 y 2005, cuyos cuestionarios y respuestas comentadas se recogen en esta publicación, ha sido posible gracias al trabajo realizado por Andrés García Ruiz, Lara Callejo Gea, Manuela Pozuelo Pizarro, Victoria Pérez Celada, Raquel San Sotero Arriscado y Eduardo Moreno Heras, integrantes del Comité Organizador de las Olimpiadas en el Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid.

Agradecemos el patrocinio de la Dirección General de Centros Docentes de la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid, cuyo apoyo y ayuda han hecho posible que año tras año se reconociera el esfuerzo de los alumnos y del propio COBCM. También agradecemos la colaboración de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid, por la aportación de sus recursos humanos y materiales.

Todos los biólogos de Madrid damos a SANTILLANA y a sus profesionales, nuestra gratitud por haber hecho realidad la culminación a los esfuerzos realizados: esta publicación de las Olimpiadas de Biología de la Comunidad de Madrid.

Ángel FERNÁNDEZ IPAR

Decano

Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid

La Biología es actualmente una disciplina especialmente trascendental para la Humanidad. Tiene y tendrá que dar respuesta a los grandes retos del siglo XXI. La manipulación génica, el conocimiento de nuestro ADN, la clonación, la profundización en las bases moleculares de la vida, las células madre, el deterioro medioambiental, la pérdida de biodiversidad. Graves problemas que van de la mano de grandes esperanzas. No nos engañemos, el biólogo tiene una grave responsabilidad social, ya que en sus manos gravita una importante parte del presente y del futuro de la Humanidad en particular y de la vida en general. Podemos afirmar, sin ser triunfalistas, que en el futuro del planeta Tierra los biólogos tendremos mucho que opinar, decidir y actuar.

Nuestra sociedad está actualmente en crisis. Los valores y las ilusiones quedan a menudo enmascarados por la multitud de problemas a los que la sociedad del siglo XXI tiene que hacer frente.

En este contexto, las Olimpiadas de Biología de la Comunidad de Madrid son una inyección de aire fresco. Suponen un recordatorio a todo el profesorado de que tenemos que renovarnos, actualizarnos y dar impulso a las materias que impartimos. Las nuevas generaciones llaman a nuestras puertas en busca de conocimiento. Es una bocanada de optimismo el ver que nuestra juventud sigue viviendo la vida con ilusión, responsabilidad y deseos de superación. Que su horizonte va más allá, mucho más allá del botellón y del cuento.

Como otras actividades, estas Olimpiadas se enmarcan en un deseo de conocimiento y de educación cívica. No deberían entenderse como una simple competición para que gane el que más sepa. No, es mucho más, es una actitud de profundización y de mejora en nuestras actividades laborales; es una actitud de superación. Así, el ganador no es solamente el triunfador de la Olimpiada, sino todos sus participantes, ya que entre todos se eleva el nivel académico y de excelencia. Los ganadores últimos son aquellas sociedades que premian el conocimiento por encima de las actitudes banales e intrascendentes que tanto proliferan en nuestra sociedad occidental.

Además, en un mundo globalizado, es importante que los conocimientos trasciendan de las fronteras que hemos creado los humanos. Es la internacionalización del conocimiento. Y, qué duda cabe, es un rasero para medir la eficacia de nuestros estudios. Es de desear que los ganadores en las Olimpiadas españolas puedan competir en las Olimpiadas internacionales. Esperamos que estas Olimpiadas vayan ganando día a día en instituciones participantes, en difusión y en nivel. No para ganar los premios internacionales, que también, sino principalmente para aumentar los niveles de conocimiento en Biología y para que nuestra sociedad se percate de la trascendencia de esta disciplina.

Antonio TORMO GARRIDO
Decano de la Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Complutense de Madrid

La Consejería de Educación ha patrocinado las Olimpiadas de Biología celebradas en la Comunidad de Madrid desde mayo de 2003, fecha en que se celebró la primera convocatoria. Gracias al trabajo conjunto del Colegio Oficial de Biólogos y la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid ha sido posible transmitir al alumnado de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato la pasión y el entusiasmo que algunos sienten por la Biología y por las innovaciones que diariamente se producen en esta disciplina científica.

El interés despertado por esta actividad lo demuestra el elevado número de alumnos participantes, un total de 2100 estudiantes de 4.º de ESO y 2.º de Bachillerato, que han intervenido en las distintas ediciones celebradas hasta el momento.

Es un placer para la Consejería de Educación participar en una actividad que ayuda a acercar la Biología a las aulas, una ciencia que se plantea grandes retos presentes y futuros, retos a los que nuestros alumnos de hoy tendrán que dar soluciones mañana.

María José GARCÍA-PATRÓN ALCÁZAR

Directora general

Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid

Bases y premios

Cada año se establecen dos categorías: una para alumnos de 4.º de ESO, que participan en equipos formados todos ellos por un máximo de tres alumnos, y otra para estudiantes de 2.º de Bachillerato, que lo hacen de forma individual.

La prueba de la categoría ESO consiste en 25 preguntas tipo test y diez preguntas de respuesta corta referentes a los contenidos del currículum de la materia de Biología y Geología (solo contenidos de Biología) de 3.º y 4.º de ESO. Se admitió un máximo de dos grupos por centro.

La prueba de la categoría Bachillerato consiste en 50 preguntas tipo test referentes a los contenidos del currículo de las asignaturas de Biología y Geología de 1.º de Bachillerato (solo contenidos de Biología) y de Biología de 2.º de Bachillerato. Aproximadamente el 10 por ciento de las preguntas hacen referencia al temario de 1.º de Bachillerato, y el 90 por ciento restante, al de 2.º. La participación fue como máximo de cuatro alumnos por centro.

La puntuación del cuestionario tipo test para ambas categorías se calcula aplicando la fórmula: $a - [e/(n-1)]$. Siendo $a = n.$ º aciertos, $e = n.$ º de errores y $n = n.$ º de opciones de respuesta por pregunta. En el caso de que dos participantes obtuviesen la misma puntuación, el desempate sería a favor del que tenga mayor número de aciertos.

La puntuación en las preguntas cortas del segundo bloque de la categoría ESO se hizo adoptando el siguiente criterio: respuesta correcta: 5 puntos, incorrecta o en blanco: 0 puntos.

Se premia a los tres equipos en la categoría ESO y a los tres estudiantes de la categoría Bachillerato con mayor puntuación, siendo la dotación de los premios la siguiente:

- Primer premio de cada categoría: 300 euros y diploma.
- Segundo premio de cada categoría: 200 euros y diploma.
- Tercer premio de cada categoría: 100 euros y diploma.

La entrega de premios tuvo lugar en el Salón de Actos de la Facultad de Biología de la UCM, con la asistencia de: el Decano del Colegio Oficial de Biólogos, el Vicedecano de la Facultad de Biología y el Jefe de Servicio de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato de la Dirección General de Centros Docentes. Los centros de los alumnos ganadores recibieron una placa conmemorativa.

Participantes y premiados

I OLIMPIADA

N.º centros inscritos: 67.

Alumnos participantes: 437.

Premiados en la categoría de Bachillerato:

- Primer premio: Clara Cortijo Ferrero, del IES José Hierro.
- Segundo premio: M.^a del Rocío Gómez Domínguez, del IES María Moliner.
- Tercer premio: Marta M.^a Rubio de Salcedo, del IES Domenico Scarlatti.

Premiados en la categoría de Educación Secundaria Obligatoria (ESO):

- Primer premio: Tamara Jarillo Tajuelo, Bárbara Guijarro Ochoa, Daniel Expósito Polo e Íscar Sanz Terradillos, del Colegio Diego Lainez.
- Segundo premio: Julia Audije Gil, Mario Flores Sánchez, Víctor Martín Lozano y Jesús Rubio Conde, del IES María Zambrano.
- Tercer premio: Paloma Carvajal López, Borja Herraiz Gómez, Andrés Velasco Hernández, del Colegio Virgen de Mirasierra.

II OLIMPIADA

N.º centros inscritos: 70.

Alumnos participantes: 350.

Premiados en la categoría de Bachillerato:

- Primer premio: Sara Sacristán Horcajada, del Colegio Enriqueta Aymer.
- Segundo premio: Miguel Ángel Acosta Benito, del Colegio Jesús-María.
- Tercer premio: Miguel González Ximénez de Embún, del IES San Isidoro de Sevilla.

Premiados en la categoría de Educación Secundaria Obligatoria (ESO):

- Primer premio: M.^a Dolores Hermida Cabrera, Daniel Pastor Altaba y Helena Sánchez Otobalea, del IES Jorge Manrique.
- Segundo premio: María Torres Raboso, Sergio Segundo García y Raúl González Villalba, del IES José Hierro.
- Tercer premio: María Sánchez Lizcano y Montserrat Montero Fernández, del Colegio Villa de Móstoles.

III OLIMPIADA

N.º centros inscritos: 73.

Alumnos participantes: 388.

Premiados en la categoría de Bachillerato:

- Primer premio: Francisco Javier López Cánovas, del Colegio Hermanos Maristas de Chamberí.
- Segundo premio: Alberto Fernández Fernández, del Colegio Enriqueta Aymer.
- Tercer premio: Daniel Medina Stacey, del IES San Isidro.

Premiados en la categoría de Educación Secundaria Obligatoria (ESO):

- Primer premio: Alejandro Briz Cubero, Javier Martínez Villar y Álvaro Orejana Martín, del Colegio Retamar.
- Segundo premio: Eduardo Bajo Cardassay, Paula Díaz Acebes e Irene Grao Torrente, del Colegio Sagrada Familia.
- Tercer premio: José Luis Palomo Ruiz, Nicolás Van-Shendel Erice y Macarena Velasco Rengifo, del Colegio Virgen de Mirasierra.

En las tres ediciones la entrega de premios se celebró en el Salón de Actos de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid. Los centros ganadores recibieron una placa conmemorativa, y los alumnos premiados, un diploma y el importe del premio en metálico.

¡Felicidades a todos!

PRIMERA OLIMPIADA DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Cuestionario de la categoría ESO

Madrid, 24 de mayo de 2003

I OLIMPIADA BIOLOGÍA (Test)

1. El ADN se condensa formando cromosomas en:

- a) Fase S del ciclo celular
- b) Mitosis
- c) Citocinesis
- d) Cualquier fase del ciclo celular
- e) Fase G₀ del ciclo celular

Solución: b

Las etapas del ciclo celular son G₁, S, G₂, y M. Durante las fases G₁, S y G₂ el núcleo celular no cambia de forma, sin embargo durante la fase M (mitosis), el núcleo se desintegra, el ADN se condensa y se forman los cromosomas. La etapa G₀ es una fase de especialización que experimentan algunas células. La citocinesis es la etapa en que se reparte el citoplasma celular después de la división nuclear para dar lugar a dos células hijas.

2. El recorrido que realizaría una molécula de O₂, sin detallar todo el trayecto, desde el exterior hasta la célula sería:

- a) Tráquea ... alveolos ... aurícula izquierda ... vena pulmonar ... aorta ... célula
- b) Laringe ... faringe ... bronquiolos ... ventrículo derecho ... aorta ... célula
- c) Tráquea ... bronquiolos ... alveolos ... aurícula derecha ... vena pulmonar ... célula
- d) Faringe ... tráquea ... vena pulmonar ... aurícula izquierda ... arteria pulmonar ... célula
- e) Laringe ... bronquiolos ... vena pulmonar ... aurícula izquierda ... aorta ... célula

Solución: e

Teniendo en cuenta que se dice «sin detallar» todo el recorrido, hay que considerar las vías respiratorias superiores por orden: fosas nasales, faringe, laringe, tráquea, bronquios, bronquiolos, alveolos, y que es el lado izquierdo del corazón el responsable de llevar la sangre oxigenada desde los pulmones hasta los tejidos, y por consiguiente a las células. La molécula de oxígeno, después de recorrer las vías respiratorias, pasa a la sangre y llega, por una vena pulmonar, a la aurícula izquierda del corazón, pasa al ventrículo izquierdo que al contraerse lanza la sangre oxigenada a la aorta, desde donde se reparte por todo el cuerpo.

3. Una persona con hipertiroidismo disminuye rápidamente de peso porque la tiroxina produce:

- a) Disminución de la concentración de glucosa en sangre
- b) Prepara al organismo ante situaciones de alerta
- c) Aumenta el metabolismo de casi todos los tejidos
- d) Desarrolla los genitales y caracteres sexuales secundarios
- e) Produce la división celular en casi todos los tejidos

Solución: c

La glándula tiroides produce tiroxina y calcitonina. La hipersecreción de tiroxina provoca el bocio exoftálmico (los globos oculares parecen salirse de sus órbitas) y asimismo produce un incremento exagerado del metabolismo oxidativo, pérdida de peso, nerviosismo y taquicardia.

4. De las siguientes enfermedades, solo una se combate con antibióticos:

- a) Malaria b) Sida c) Gripe d) Sífilis e) Dermatitis alérgica

Solución: d

Los antibióticos son sustancias químicas que tienen la capacidad de inhibir el crecimiento de organismos fundamentalmente bacterianos o destruirlos. La sífilis es la única enfermedad de entre las mencionadas producida por una bacteria, *Treponema pallidum*. Por su parte, el sida y la gripe son enfermedades de origen vírico; la malaria es transmitida por artrópodos y causada por un protozoo (*Plasmodium* spp) y la dermatitis alérgica es una inflamación que viene producida por contacto con sustancias a las que el individuo es alérgico.

5. Un enfermo de Sida experimenta un descenso en sus defensas, por lo que tendrá un bajo número de:

- a) Eritrocitos b) Linfocitos c) Plaquetas d) Trombocitos e) Hepatocitos

Solución: b

Los linfocitos son las células sanguíneas encargadas de la respuesta inmunitaria específica. El virus del sida, llamado de la inmunodeficiencia humana, infecta a distintas células del sistema inmunitario, entre ellas se encuentran los linfocitos, a los que destruye o reduce su funcionalidad.

6. Una célula somática, $2n = 40$ cromosomas, al dividirse formará una célula con:

- a) $n = 10$ b) $2n = 20$ c) $n = 20$ d) $2n = 40$ e) $n = 40$

Solución: d

Las células somáticas se dividen por mitosis, produciendo células hijas con un contenido genético idéntico. En consecuencia, si la célula madre es $2n = 40$ también lo serán las células hijas.

7. Las mutaciones siempre producen:

- a) Efectos positivos d) Mejora en la especie
b) Efectos negativos e) Recombinación genética
c) Variabilidad genética

Solución: c

Las mutaciones son la causa primaria de la variabilidad génica, por tanto, constituyen la materia prima sobre la que actúa la evolución. Se producen al azar, por lo que sus efectos pueden ser tanto positivos como negativos. La mejora de la especie, entendida como su adaptación al medio, es consecuencia de la selección natural. En cuanto a la recombinación genética, tiene lugar durante la meiosis y es un proceso independiente de las mutaciones.

12. El agujero en la capa de ozono puede producir:

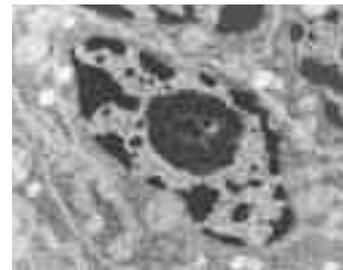
- a) Sobrecalentamiento del planeta
- b) Cataratas en los ojos
- c) Desertización
- d) Quemaduras en la piel
- e) Son ciertas las opciones b) y d)

Solución: e

El ozono se concentra en la estratosfera y es un gas imprescindible para la vida en la Tierra, ya que se encarga de absorber los rayos ultravioletas. Su disminución puede dar lugar a graves alteraciones en los seres vivos, como por ejemplo, quemaduras en la piel y cataratas en los ojos. El sobrecalentamiento del planeta y la desertización serían problemas medioambientales relacionados con el aumento del efecto invernadero.

13. En la siguiente foto se observa una estructura u orgánulo celular donde se realiza:

- a) Respiración
- b) Fotosíntesis
- c) Transcripción
- d) Traducción
- e) Digestión



Solución: c

En la foto aparece un núcleo en el que se observa teñido el nucléolo y la cromatina, el único proceso de los anteriores que tiene lugar en él es el de la transcripción o síntesis de ARN a partir de ADN. Tras dicho proceso el ARN mensajero sale del núcleo y se dirige al ribosoma, donde tiene lugar la traducción.

14. Ciclo menstrual: si el primer día de la menstruación tiene lugar el 24/05/03, el día 6/06/03 sucederá:

- a) Liberación de estrógenos a la sangre
- b) Liberación de progesterona por el cuerpo amarillo
- c) El endometrio sufre una regresión
- d) La ovulación ya ha tenido lugar
- e) a) y c) son correctas

Solución: a

El ciclo ovárico dura alrededor de 28 días, del primero al cuarto sucede la menstruación, en la que el endometrio se destruye y se produce una hemorragia. Al mismo tiempo, un nuevo folículo comienza a madurar y como consecuencia de la secreción de estrógenos el día catorce ocurre la ovulación. Por último, entre el 24 y el 28 si no ha habido fecundación el cuerpo amarillo, que se forma por acumulación de grasa en el folículo roto, degenera mientras que si la hay libera progesterona. Si el 24 es el primer día del ciclo, el sexto será el 14; por tanto, está teniendo lugar la ovulación y se están liberando estrógenos, las opciones b) y c) sucederían más tarde.

15. ¿Qué dirección sigue un impulso nervioso?

- a) Dendrita - axón c) Dendrita - mielina e) Axón - soma
b) Axón - dendrita d) Axón - mielina

Solución: a

La neurona es una célula altamente especializada en generar, recibir y transmitir impulsos nerviosos, está formada por el cuerpo celular o soma, prolongaciones pequeñas y numerosas denominadas dendritas y una larga que es el axón. Cuando un impulso llega a una neurona siempre se propaga en sentido dendritas-axón. La mielina es una sustancia de naturaleza lipídica que en ocasiones recubre el axón y actúa de aislante no permitiendo el paso de cargas a su través.

16. La presión arterial puede aumentar, en todos los casos, excepto al:

- a) Consumir un exceso de colesterol
b) Levantarse bruscamente tras haber estado tumbado
c) Ingerir comidas saladas
d) Envejecer
e) Activarse el sistema simpático

Solución: b

Cuando la sangre ve dificultada la circulación por los vasos sanguíneos se produce, un aumento de la presión, esto puede ser debido al consumo excesivo de ciertos nutrientes como colesterol y sal, también por el envejecimiento y por acción del sistema nervioso, en concreto, del sistema simpático. En contraposición, cuando un individuo permanece tumbado y se levanta bruscamente la sangre baja por efecto de la gravedad, produciéndose un descenso de la presión normalmente momentáneo, provocando algún mareo por falta de sangre en el cerebro.

17. ¿Qué evolucionista/s enunció: «la función crea al órgano»?

- a) Lamarck c) Darwin e) b) y c) son correctas
b) Linneo d) Mendel

Solución: a

De los científicos mencionados Mendel era genético y Linneo fijista, por tanto, los evolucionistas son Lamarck y Darwin, y en concreto, la célebre frase fue enunciada por el primero de ellos, el cual consideraba que el uso de un órgano puede desarrollarlo, esto es correcto pero, en contra de sus ideas, este carácter no se transmitirá a la descendencia, ya que no se produce por un cambio en el ADN.

18. La relación que se establece entre las bacterias de la flora intestinal y el ser humano se denomina:

- a) Colonial c) Parasitismo e) Inquilinismo
b) Gregarismo d) Simbiosis

Solución: d

La simbiosis es un tipo de relación interespecífica, establecida entre individuos de distintas especies, con beneficio mutuo; en este caso, las bacterias de la flora intestinal disponen de un lugar adecuado y nutrientes para sobrevivir, a cambio completan la digestión humana y sintetizan sustancias, como la vitamina K.

19. Todas aquellas especies que tienen el mismo tipo de alimentación pertenecen a igual:

- a) Ecosistema c) Hábitat e) Nicho ecológico
b) Nivel trófico d) Cadena trófica

Solución: b

La propuesta enunciada se corresponde con la definición de nivel trófico. Los seres vivos del ecosistema se agrupan en función del tipo de alimentación en productores, consumidores y descomponedores.

20. Un exceso de nutrientes en el agua por contaminación causa:

- a) Saponificación c) Desnitrificación e) Son correctas b) y d)
b) Eutrofización d) Salinización

Solución: b

La eutrofización es un fenómeno en el que se rompe el equilibrio biológico de los ecosistemas de lagos, embalses, ríos, etc., debido fundamentalmente al vertido de nitratos y fosfatos que favorecen el crecimiento masivo de organismos productores (algas), los cuales generan gran cantidad de materia orgánica que es degradada por los descomponedores aerobios agotando el oxígeno del agua, lo que provoca la desaparición de gran parte de los seres vivos de ese ecosistema. El proceso, que tiene lugar de forma natural y lenta, puede llegar a colmar los lagos convirtiéndolos en cenagales, zonas pantanosas, etc., y, posteriormente, en un bosque u otro ecosistema terrestre. El ser humano acelera este proceso con el vertido de abonos, fertilizantes, detergentes, aguas residuales, etc.

21. La probabilidad de que un varón del grupo A⁺ y una mujer del grupo B⁻ tengan un hijo del grupo O⁻ es:

- a) 1/8 b) 1/2 c) 1/16 d) 1/4 e) 2/3

Solución: a

La determinación del grupo sanguíneo en el sistema AB0 está regulada por un gen con tres alelos, siendo **A** y **B** codominantes y **0** recesivo. Otro gen determina el sistema Rh, existiendo para él dos alelos, tal que el dominante **R** determina la presencia de antígenos de Rh (Rh⁺) y el recesivo **r** la ausencia (Rh⁻). Para que el hijo sea **O⁻**, es decir doble recesivo, es necesario que ambos padres porten un alelo **0** y otro **r**, sean por tanto heterocigóticos y de genotipo: **A0 Rr** y **B0 rr**.

Su posible descendencia será:

P: **A0 Rr × B0 rr**

F1:

Gametos	1/4 A R	1/4 A r	1/4 0 R	1/4 0 r
1/2 B r	1/8 AB Rr	1/8 AB rr	1/8 B0 Rr	1/8 B0 rr
1/2 0 r	1/8 A0 Rr	1/8 A0 rr	1/8 00 Rr	1/8 00 rr

Luego la probabilidad de tener un hijo O^- , es decir de genotipo 00 rr, es de 1/8.

22. Dos órganos que tienen igual función pero distinto origen evolutivo, se denominan:

- a) Homólogos
- b) Divergentes
- c) Análogos
- d) Convergentes
- e) Bifuncionales

Solución: c

Desde el punto de vista evolutivo podemos distinguir órganos homólogos y análogos; los primeros tienen un origen común pero por adaptación a distintos medios pueden llegar a tener una función distinta; por ejemplo, las extremidades de un orangután y las de un delfín. Los órganos análogos son aquellos que, aunque su origen evolutivo es dispar, por adaptación al mismo medio tienen igual función; por ejemplo, las alas de un ave y las alas de un insecto.

23. Los desechos nitrogenados celulares procedentes del metabolismo son expulsados a través de:

- a) Aparato digestivo y excretor
- b) Aparato respiratorio y digestivo
- c) Aparato respiratorio y excretor
- d) Piel y aparato excretor
- e) Piel y aparato digestivo

Solución: d

La actividad catabólica de las células genera productos de desecho nitrogenados y no nitrogenados que deben ser expulsados al exterior. Los primeros, debido a su elevada toxicidad, se eliminan disueltos en agua, fundamentalmente por el aparato excretor y en menor medida por la piel, en forma de orina y sudor, respectivamente. Las demás respuestas son falsas, pues aunque los aparatos mencionados forman parte del sistema excretor no eliminan sustancias nitrogenadas: por el respiratorio se eliminan CO_2 y H_2O , por el digestivo, procedentes del hígado, algunos pigmentos biliares, etc.

24. Cuando una mutación afecta a unos pocos nucleótidos, se denomina:

- a) Cromosómica
- b) Genómica
- c) Fenotípica
- d) Génica
- e) Alélica

Solución: d

Las mutaciones son alteraciones al azar del material genético y la primera causa de variabilidad de las especies. Según la extensión del material genético afectado se distinguen tres tipos de mutaciones: génicas o puntuales si afectan a la secuencia de nucleótidos de un gen, cromosómicas si se altera la secuencia de genes de uno o más cromosomas y genómicas si se produce una variación del número de cromosomas característico de la especie.

25. El porcentaje de energía, proporcionada por los nutrientes, en una dieta equilibrada debe ser aproximadamente:

- a) 65 % proteínas; 20 % hidratos de carbono; 15 % lípidos
- b) 35 % hidratos de carbono; 35 % proteínas; 30 % lípidos
- c) 60 % hidratos de carbono; 25 % lípidos; 15 % proteínas
- d) 60 % proteínas; 25 % hidratos de carbono; 15 % lípidos
- e) 55 % lípidos; 35 % hidratos de carbono; 10 % proteínas

Solución: c

En una dieta equilibrada los mayores aportes calóricos los deben proporcionar los hidratos de carbono o azúcares, por ello son la base de la nutrición; los podemos encontrar en cereales, frutas, etc., que debemos consumir a diario distribuidos en varias raciones. Los lípidos o grasas deben ser la segunda fuente energética y tener preferentemente origen vegetal. Por último las proteínas, que deben proporcionar todos los aminoácidos, fundamentalmente los esenciales, y, por tanto, es conveniente combinar alimentos vegetales y animales.

I OLIMPIADA BIOLÓGICA (Preguntas cortas)

1. Dada la siguiente secuencia de ADN, y teniendo en cuenta el código genético, elabora la secuencia de aminoácidos del polipéptido.

3' TACCCCGCGATACGTATT 5'

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

Solución:

Primero, hemos de realizar la secuencia de ARNm con los ribonucleótidos U, C, A y G; para ello, se debe tener en cuenta la complementariedad entre las bases (A-U) y (-C-G) y que en el ARNm el uracilo (U) sustituye a la timina (T).

Cada triplete o codón codifica para un aminoácido; por tanto:

ADN..... 3' TAC CCC GCG ATA CGT ATT 5'

ARNm..... 5' AUG GGG CGC UAU GCA UAA 3'

Secuencia de aminoácidos Met-Gly-Arg-Tyr-Ala.

2. Ordena de menor a mayor grado de organización las siguientes estructuras:

Población	Molécula	Ecosistema	Tejido	Célula	Comunidad
Órgano	Órgano	Individuo	Biosfera	Aparato	Átomo

Solución:

Teniendo en cuenta que se nos pide de menor a mayor grado, la secuencia sería:

átomo → molécula → órgano → célula → tejido → aparato → individuo → población → comunidad → ecosistema → biosfera.

3. Indica por qué el ciclo de la materia es cerrado y el de la energía abierto.

Se dejará que los alumnos lo expliquen, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

Solución:

La materia va circulando por un ecosistema atravesando los diferentes compartimentos, de tal forma que un átomo puede formar parte de un gas de la atmósfera, luego pasar a la hidrosfera, a la biosfera..., pudiendo, finalmente, regresar de nuevo a la atmósfera, por eso se dice que sigue un ciclo cerrado, nunca se pierde, siempre va circulando y formando parte de distintas sustancias. En definitiva, va pasando por los diferentes componentes abióticos y bióticos del ecosistema.

Por el contrario, el ciclo de la energía es abierto, ya que procede del Sol y solo es captada por los organismos fotosintéticos, gracias a la presencia de pigmentos fotosintéticos como la clorofila, y fijada en forma de energía química en las moléculas orgánicas que en este proceso se fabrican. Al ingerir los consumidores a los productores reciben esta energía, en forma de energía química, y así circula por todos los niveles tróficos del ecosistema. Todos ellos también la desprenden pero en forma de calor, la cual es una energía que ya no podrá ser usada, en definitiva, el flujo de energía atraviesa la cadena trófica de manera unidireccional.

4. Ordena los niveles de clasificación de los seres vivos:

Subdivisión	Familia	Reino	Especie
División	Clase	Género	Orden

Solución:

La jerarquía de clasificación empezando por el nivel superior es:

Reino → División → Subdivisión → Clase → Orden → Familia → Género → Especie

5. Indica cuáles de estas frases son verdaderas o falsas:

- Las alas de un insecto y de un ave son órganos homólogos
- Los virus son organismos celulares que pueden provocar graves enfermedades
- La celulosa actúa como almacén de glucosa en las células vegetales
- La respiración celular no se realiza en las células vegetales
- Los seres vivos euritermos pueden soportar grandes cambios de temperatura en su hábitat

Solución:

Todas las proposiciones son falsas excepto la última, debido a:

- Falsa, son órganos análogos.
- Falsa, sí provocan graves enfermedades pero no tienen estructura celular.
- Falsa, la celulosa forma estructuras.
- Falsa, la respiración celular sí se produce en las células vegetales.
- Verdadera, son seres vivos con adaptación a amplios márgenes de temperatura.

6. La miopía es debida a un gen dominante, al igual que el fenotipo Rh^+ . Una mujer de visión normal Rh^+ , hija de un hombre Rh^- , tiene descendencia con un hombre miope heterocigótico y Rh^- . Establézcanse los fenotipos de la descendencia.

Solución:

Con los datos que nos proporcionan establecemos el genotipo de la mujer y del hombre, teniendo en cuenta la dominancia de los genes:

R (Rh^+) > **r** (Rh^-) y **M** (miopía) > **m** (visión normal)

Mujer de visión normal, Rh^+ de padre Rh^- mm Rr

Hombre miope heterocigótico, Rh^- Mm rr

Los gametos que producirán son: La mujer: mR (1/2) y mr (1/2)

El hombre: Mr (1/2) y mr (1/2)

Realizamos el cruzamiento:

	mR	mr
Mr	MmRr	Mm rr
mr	mmRr	mm rr

Los fenotipos de la descendencia serán:

25% miopes Rh^+ (Mm Rr)

25% miopes Rh^- (Mm rr)

25% visión normal Rh^+ (mm Rr)

25% visión normal Rh^- (mm rr)

7. Sustituye las palabras erróneas del siguiente texto por los conceptos correctos:

«Es requisito indispensable en la fotosíntesis que la savia bruta o materia orgánica que circula por el floema, llegue a las zonas verdes, donde la clorofila capta la luz. Las mitocondrias expulsan oxígeno y cogen dióxido de carbono, el intercambio gaseoso con el exterior se realiza gracias a los estromas de la hoja. Como resultado se produce la savia elaborada o materia inorgánica, la cual se reparte por toda la planta a través del xilema».

Solución:

El texto quedaría de la siguiente manera:

«Es requisito indispensable en la fotosíntesis que la savia bruta o materia **inorgánica** que circula por el **xilema**, llegue a las zonas verdes, donde la clorofila capta la luz. Los **cloroplastos** expulsan oxígeno y cogen dióxido de carbono, el intercambio gaseoso con el exterior se realiza gracias a los **estomas** de la hoja. Como resultado se produce la savia elaborada o materia **orgánica**, la cual se reparte por toda la planta a través del **floema**».

8. Cita cuatro diferencias entre mitosis y meiosis.

Solución:

Dejamos a los alumnos que escriban las que ellos crean que son diferencias fundamentales, pero teniendo en consideración entre otras las siguientes:

La mitosis es un proceso de división del núcleo que asegura el reparto equitativo del material genético entre las dos células hijas. **La meiosis** es un tipo especial de división en la que se reduce a la mitad el número de cromosomas.

La meiosis consta de dos divisiones consecutivas: una primera reduccional, en la que a partir de una célula madre $2n$ se obtienen dos células hijas n , y una segunda división ecuacional, a partir de las dos células n obtenidas en la primera división se obtienen cuatro células hijas n .

En la meiosis se produce el llamado sobrecruzamiento de los cromosomas. Las cromátidas intercambian fragmentos entre ellas de igual tamaño, en unos puntos llamados quiasmas, a diferencia de la mitosis donde no se produce recombinación genética.

La meiosis es un tipo de división celular asociada a la reproducción sexual, en el caso de los animales por ella se originan gametos haploides.

9. ¿Qué es un codón?

Solución:

Un codón o triplete son tres nucleótidos presentes en el ARN mensajero que determinan un aminoácido. En la formación de una proteína el ARN mensajero indica con su secuencia de bases qué aminoácidos deben irse incorporando. En el ARN hay cuatro nucleótidos distintos que al combinarse de tres en tres forman hasta 64 tripletes o codones distintos, de ellos 61 codifican para un aminoácido (algunos codifican para el mismo, ya que aminoácidos sólo hay 20) y tres son señales de stop, es decir, marcan el final de la traducción y, por tanto, de la síntesis de la proteína.

10. Cita los principios inmediatos o biomoléculas, dividiéndolos en orgánicos e inorgánicos.

Solución:

Las moléculas que se encuentran en los seres vivos se denominan biomoléculas y se clasifican en inorgánicas y orgánicas, entre las primeras se pueden enumerar, entre otras, sales minerales, agua, oxígeno y dióxido de carbono, dentro de las orgánicas se engloban los glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.

11. Fases de degradación del bosque mediterráneo.

Solución:

Un bosque puede degradarse por causas antrópicas o naturales; en tal caso, el estrato arbóreo disminuye en número siendo favorecido el arbustivo y herbáceo. A partir de la comunidad clímax del bosque mediterráneo, las etapas de sucesión son: dehesa (etapa antrópica en la que se clarea el bosque, favoreciendo el estrato herbáceo para su uso ganadero), garriga y maquia (ambas son etapas arbustivas que conducen hacia una menor densidad y diversidad de especies) y erial (fase final de degradación, con notable empobrecimiento del suelo).

12. Ordena de más antigua a más moderna las siguientes especies de homínidos:

Homo erectus

Homo habilis

Australopithecus sp

Homo sapiens

Homo neanderthalensis

Solución:

La secuencia de aparición de homínidos sería:
Australopithecus sp; *Homo habilis*; *Homo erectus*; *Homo neanderthalensis*; *Homo sapiens*.

13. ¿Qué ocurriría si desapareciesen las bacterias nitrificantes?

Solución:

Dentro del ciclo del nitrógeno numerosas bacterias se encargan de una función imprescindible para el funcionamiento del ecosistema, como es sintetizar a partir de amoníaco moléculas nitrogenadas más oxidadas, nitratos, que puedan ser incorporadas por los seres autótrofos. Si desapareciesen las bacterias nitrificantes sería imposible la reutilización del nitrógeno orgánico procedente de restos de seres vivos, las plantas no podrían recibir los nitratos ni realizar su posterior transformación a nitrógeno orgánico, interrumpiéndose el ciclo del nitrógeno y, en consecuencia, la vida en el ecosistema.

14. Cita una ventaja y una desventaja de la reproducción sexual y asexual.

Solución:

Son numerosas, entre ellas:

Reproducción sexual:	Ventaja: hay recombinación genética. Desventaja: se tienen pocos descendientes y con elevado gasto energético.
Reproducción asexual:	Ventaja: solo se necesita un individuo para reproducirse. Desventaja: los descendientes son iguales genéticamente al progenitor, no se genera variabilidad.

15. ¿Por qué la deforestación conduce a pérdida de biodiversidad?

Solución:

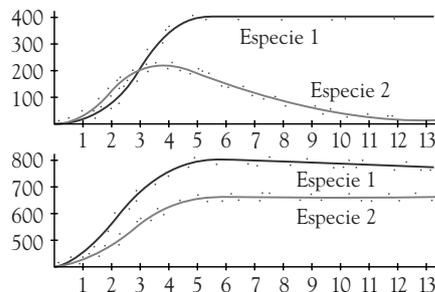
El estrato arbóreo de un bosque proporciona en un ecosistema gran variedad de recursos alimenticios al ser productores y, por tanto, primer eslabón de muchas cadenas tróficas; además, dan cobijo a muchas especies, aumentan las precipitaciones, evitan la pérdida de suelo y un largo etcétera. La deforestación provoca todo lo contrario y, en definitiva, produce una disminución en el número de especies y, en consecuencia, pérdida de biodiversidad.

16. Un individuo que en un momento determinado sufre una traducción defectuosa, ¿tendrá un genotipo o fenotipo, o ambos defectuosos?

Solución:

En primer lugar, hay que distinguir entre genotipo y fenotipo, el primero es el conjunto de genes que posee un individuo y el segundo hace referencia a los caracteres que presenta el individuo como consecuencia de la expresión de su genotipo. La traducción es el proceso por el cual las células de un individuo fabrican una proteína a partir de un fragmento de ADN que se denomina gen, si este proceso se realiza defectuosamente la proteína que se sintetice también lo será y por ello el fenotipo; sin embargo, el ADN no experimentará ninguna modificación y el genotipo permanecerá inalterado.

17. En un ecosistema se quieren estudiar dos especies similares: para ello se las hace crecer en unos recipientes con todos los nutrientes necesarios (que se van reponiendo) y en condiciones fisicoquímicas óptimas. Se estudia su crecimiento elaborando unas gráficas: en el eje de ordenadas se apunta el número de individuos por mL, en el eje de abscisas los días desde que comenzó el estudio. Comenta las diferencias encontradas.



Gráfica 1. Viven juntas en el mismo recipiente.

Gráfica 2. Viven en distintos recipientes.

Solución:

Estas dos gráficas representan el crecimiento de dos especies; en la primera, al vivir juntas, la especie 2 por competencia con la 1 acaba por extinguirse; sin embargo, en la gráfica 2 al estar separadas deja de haber competencia y pueden subsistir las dos. Este ejemplo pretende representar el principio de exclusión competitiva, de tal forma que en la naturaleza si ambas especies se especializan y tienen un nicho diferente podrán sobrevivir las dos, si no competirán y una acabará eliminando a la otra.

18. Indica si un espermatozoide puede tener cromosomas homólogos.

Solución:

No. Los espermatozoides tienen dotación cromosómica haploide, n , en la cual existe un solo cromosoma de cada tipo debido a su origen meiótico; solo las células diploides tienen homólogos, cromosomas con información para los mismos caracteres.

19. Di cuál de estos organismos, que viven actualmente, ha tenido mayor éxito evolutivo: bacteria simbiótica, hombre, virus, protozoo acuático, delfín y roble.

Solución:

La evolución hace referencia a los cambios que los seres vivos han sufrido a lo largo del tiempo. Estos pueden ser de mayor o menor complejidad, permitiendo a la especie sobrevivir ante los constantes cambios ambientales; así, el éxito evolutivo es la supervivencia de la especie en el tiempo y en el espacio. Por ello, todas las especies que viven actualmente, entre las que se encuentran las propuestas, tienen el mismo éxito evolutivo.

20. Enumera las estructuras que intervienen en un arco reflejo.

Solución:

El sistema nervioso central (encéfalo y médula espinal) rige la función de relación y, por tanto, la elaboración de respuestas ante distintos estímulos; un tipo de respuestas simples, involuntarias y predecibles frente a un impulso, son aquellas coordinadas por la médula o centros encefálicos involuntarios, produciendo mayor rapidez en su ejecución. El recorrido que sigue el impulso se denomina arco reflejo, que se lleva a cabo por:

1. Receptores (reciben y transforman el estímulo en un impulso nervioso)
2. Neurona sensitiva
3. Centro nervioso
4. Neurona motora
5. Efector (sistema locomotor y endocrino)

21. ¿Cómo afectaría a la digestión si se le extirpase la vesícula biliar a un individuo?

Solución:

La función de la vesícula biliar es almacenar la bilis segregada por el hígado, sustancia indispensable para emulsionar las grasas y facilitar la acción de las lipasas intestinal y pancreática. La ausencia de la vesícula biliar supone un aporte continuo de bilis al intestino y una disminución de sus niveles en el momento que se precisa, por lo que se dificulta el proceso digestivo.

22. Al observar una preparación microscópica, vemos una célula con las siguientes estructuras: pared celular, ribosomas, flagelos y ADN circular. ¿Qué célula estamos viendo?

Solución:

Entre los orgánulos propuestos encontramos como elementos comunes a células procariotas y eucariotas: pared, ribosomas y flagelos. Es el ADN circular el único elemento específico de células procariotas; aunque este material puede encontrarse en mitocondrias y cloroplastos, la pregunta se refiere a células.

23. ¿Qué tipo/s de pirámides ecológicas pueden invertirse?

Solución:

Las pirámides que pueden llegar a invertirse son la pirámide de números y la pirámide de biomasa; la primera indica el número de individuos pertenecientes a un mismo nivel trófico; un ejemplo puede ser un árbol que mantiene a un número elevado de consumidores (insectos, aves, etc.). Respecto a la pirámide de biomasa, esta indica la biomasa que tiene cada nivel trófico en un momento dado; un ejemplo es un ecosistema acuático con fitoplancton y zooplancton; los primeros son algas microscópicas con un ciclo vital corto y es consumido por el zooplancton con un ciclo vital más largo.

24. ¿Por qué el daltonismo (ceguera para los colores) tiene mayor frecuencia de aparición en los varones que en las mujeres?

Solución:

El daltonismo es una «enfermedad» ligada al sexo, que consiste en la incapacidad de distinguir determinados colores, especialmente tonalidades de rojo y verde. Los genes responsables de esta anomalía se encuentran en el cromosoma sexual X. Al ser genes recesivos sólo se expresan cuando se encuentran en homocigosis, en mujeres (X^dX^d) o en hemicigosis en hombres (X^dY). Por ello es mayor su frecuencia en hombres, ya que en estos si el cromosoma X es portador de daltonismo el carácter se expresa siempre, mientras que en las mujeres solo podrá expresarse si ambos cromosomas portan el gen del daltonismo.

25. Diferencia entre excreción y defecación, indicando el aparato que interviene y la procedencia de los productos que se expulsan en cada caso.

Solución:

La defecación es la eliminación a través del ano, en forma de heces, de los alimentos que no han podido ser digeridos y absorbidos en el intestino delgado. Por el contrario, la excreción es la eliminación de las sustancias de desecho procedentes del metabolismo celular, y es llevada a cabo por los sistemas respiratorio (CO_2), digestivo (sales, pigmentos biliares...), excretor –riñón y piel– (sustancias nitrogenadas, iones...).

PRIMERA OLIMPIADA DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Questionario de la categoría Bachillerato

Madrid, 24 de mayo de 2003

I OLIMPIADA BIOLOGÍA

1. Se celebran por primera vez estas Olimpiadas de Biología de la Comunidad de Madrid coincidiendo con el 50º aniversario del descubrimiento de la doble hélice. En 1953 Watson y Crick propusieron el modelo de doble hélice para la estructura del ADN. Para ello se basaron en:

- a) Las fotografías de los cromosomas bacterianos en replicación obtenidas por Cairns
- b) El descubrimiento de la ADN polimerasa realizado por Kornberg
- c) Las leyes de Chargaff sobre la composición en bases nitrogenadas del ADN
- d) Las imágenes de difracción por rayos X obtenidas por Franklin y Wilkins
- e) Son ciertas las respuestas c) y d)

Solución: e

Para diseñar su modelo en doble hélice del ADN Watson y Crick se basaron, entre otros datos anteriormente conocidos de la molécula, en las leyes establecidas por Chargaff, según las cuales el sumatorio de bases púricas es igual al sumatorio de bases pirimidínicas, el número de A = T y el de G = C y, también, en las imágenes obtenidas por Franklin y Wilkins mediante difracción de rayos X, en las que se observaba la estructura fibrilar de la molécula. Las respuestas a) y b), aun siendo correctas en su contenido, se relacionan con el proceso de replicación del ADN y no con su estructura.

2. En la mitosis, indica el número de cromosomas anafásicos que contendrá una célula somática diploide en la cual $n = 6$:

- a) 3
- b) 6
- c) 12
- d) 18
- e) 24

Solución: e

Como se trata de una célula somática diploide, su dotación cromosómica es $2n = 12$. Al separarse las dos cromátidas de cada cromosoma en la anafase de la mitosis se observarán doce cromosomas de una cromátida (cromosomas anafásicos) dirigiéndose a cada polo celular, en total 24 cromosomas anafásicos.

3. Los genes procariotas y eucariotas:

- a) Son transcritos por las mismas ARN polimerasas
- b) Producen ARNm transcritos primarios que se traducen completos
- c) Los primeros suelen ser policistrónicos y los segundos monocistrónicos
- d) Contienen las mismas secuencias promotoras
- e) Se transcriben y traducen simultáneamente

Solución: c

Los genes de células procariotas pueden contener información para la síntesis de varias cadenas polipeptídicas (policistrónicos), mientras que los descritos en células eucariotas contienen información para la síntesis de una sola cadena polipeptídica (monocistrónicos). Las respuestas b) y e) se cumplen solo en el caso de las células procariotas. Las respuestas a) y d) son falsas porque en cada modelo de organización celular existen secuencias promotoras diferentes y trabajan ARN polimerasas distintas.

4. En la quimiosíntesis realizada por bacterias del nitrógeno:

- a) Se oxidan compuestos nitrogenados, lo que produce desnitrificación del suelo
- b) Se mineralizan compuestos nitrogenados procedentes de la materia orgánica
- c) Se fija el nitrógeno atmosférico nitrificando el suelo
- d) Se reducen nitritos a nitratos utilizables por las plantas
- e) Se oxidan compuestos inorgánicos no nitrogenados que proporcionan electrones para formar aminoácidos

Solución: b

La quimiosíntesis es un proceso de nutrición autótrofa en el que a partir de la oxidación de sustratos reducidos, presentes en el medio, se obtienen productos oxidados además de los electrones y la energía necesarios para la posterior reducción de la materia inorgánica a materia orgánica. Las bacterias quimiosintéticas del nitrógeno utilizan como sustratos reducidos compuestos amoniacales procedentes de la materia orgánica de cadáveres, excrementos, restos, etc., y los oxidan a nitritos y nitratos. Los nitratos así obtenidos contribuyen a la nitrificación del suelo y son utilizados posteriormente por los productores de los ecosistemas. En cuanto a la fijación del nitrógeno atmosférico, produce también nitrificación del suelo al transformarse el N_2 en NO_3^- , pero el proceso es ajeno a la quimiosíntesis y realizado por bacterias diferentes.

5. El VIH:

- a) Es un retrovirus portador, junto a su genoma, de los enzimas transcriptasa inversa, integrasa y endonucleasa
- b) Es un coronavirus de ARN que parasita a los linfocitos T
- c) Es un virus envuelto con ADN, portador de los enzimas integrasa y endonucleasa
- d) Es un adenovirus cuya vía de transmisión más frecuente es la sexual
- e) Ninguna de las opciones anteriores es cierta

Solución: a

El virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) es un retrovirus, contiene ARN como material genético y es portador del enzima transcriptasa inversa, que realiza la síntesis de ADN a partir del ARN genómico. Contiene también integrasa y endonucleasa; la primera permite la inserción del ADN vírico en el material genético del linfocito T4 que parasita con la ayuda de la segunda, que previamente realiza el corte del ADN del linfocito T4.

6. En una célula vegetal en división, señala el orgánulo implicado en la formación de la lámina media:

- a) Retículo endoplasmático
- b) Membrana plasmática
- c) Centríolos
- d) Pared celular
- e) Aparato de Golgi

Solución: e

En las células vegetales la citocinesis se produce por tabicación; la individualización de las dos células hijas se realiza mediante la formación de un fragmoplasto a partir de vesículas golgianas que se disponen en el ecuador de la célula en división. El contenido de las vesículas, rico en pectinas, origina la lámina media que es el primer componente, común a ambas células, de la pared que se organiza.

7. La fermentación láctica:

- a) Es producida por levaduras a partir del ácido láctico de la leche
- b) Es una oxidación aerobia de la lactosa que genera ácido láctico y ATP
- c) Se produce en neuronas en casos de anaerobiosis e intenso trabajo celular
- d) Es una ruta metabólica en la que los electrones obtenidos en la glucólisis se utilizan para reducir el ácido pirúvico
- e) Son ciertas las opciones a) y b)

Solución: d

Se trata de una ruta catabólica anaerobia en la que se produce la oxidación parcial de la glucosa obteniéndose como productos finales ácido láctico y ATP. El proceso sucede en dos fases, la glucólisis, en la que se obtiene ácido pirúvico y ATP además de $\text{NADH} + \text{H}^+$, y la reacción fermentativa, en la que el pirúvico se reduce a ácido láctico utilizando los electrones del $\text{NADH} + \text{H}^+$. Es llevada a cabo por bacterias lácticas, anaerobias facultativas, sobre la lactosa de la leche, originando derivados lácteos, y por células musculares cuando trabajan en anaerobiosis.

8. Si la concentración de glucosa es mayor en el medio externo que en el interior celular, la glucosa entra a la célula:

- a) Atravesando la bicapa lipídica
- b) Asociada al transporte de Na^+
- c) Por una permeasa específica
- d) Por los mecanismos b) y c)
- e) Por los mecanismos a) y c)

Solución: c

La glucosa es una molécula polar incapaz de atravesar la bicapa de fosfolípidos de la membrana celular, precisa de una proteína transportadora específica –permeasa– que facilite su paso a través de la membrana, aun cuando lo haga a favor de gradiente de concentración (difusión facilitada). La entrada de glucosa asociada al transporte de Na^+ ocurre solo en algunas células, como es el caso de las células absorbentes de la mucosa intestinal, a las que debe entrar en contra de gradiente de concentración. Solo cuando se produce un transporte activo de glucosa el sistema se activa mediante el cotransporte del ion Na^+ a favor de gradiente electroquímico.

9. El complejo enzimático ATP sintetasa se encuentra asociado a membranas, entre otras, a las siguientes:

- a) Membranas tilacoidales
- b) Mesosomas
- c) Membrana plasmática de células eucariotas
- d) a) y b)
- e) a) y c)

Solución: d

Las células eucariotas contienen complejos enzimáticos ATP-sintetasa, catalizadores de la síntesis de ATP, asociados a la membrana mitocondrial interna y, en el caso de células vegetales, localizados también en la membrana tilacoidal de los cloroplastos; la membrana plasmática de eucariotas carece de sistemas ATP-sintetasa. Las células procariotas presentan complejos enzimáticos similares asociados a su membrana plasmática, siendo los mesosomas repliegues de la membrana particularmente ricos en ellos.

10. Un péptido formado por 23 aminoácidos tiene en su extremo $-NH_2$ el aminoácido serina. Para su síntesis son necesarios como mínimo:

- a) 25 codones, 24 ARNt y 75 pares de bases en el ADN
- b) 25 codones, 25 ARNt y 75 pares de bases en el ADN
- c) 23 codones, 23 ARNt y 69 pares de bases en el ADN
- d) 23 codones, 22 ARNt y 69 pares de bases en el ADN
- e) 24 codones, 23 ARNt y 72 pares de bases en el ADN

Solución: a

Cada aminoácido presente en una cadena polipeptídica debe estar determinado por un codón del ARNm; en este caso se necesitarán, por tanto, 23 codones, uno por aminoácido, a los que habrá que añadir el codón de inicio de la síntesis (AUG que codifica metionina) y un codón de fin, lo que supone un total de 25 codones. Cada ARNt transporta un aminoácido específico al ribosoma y lo sitúa en el lugar marcado por el ARNm, serán necesarios 23 ARNt, uno por aminoácido, más el ARNt complementario al codón de inicio que transporta metionina; puesto que no existe ningún ARNt complementario al codón de fin, intervendrán finalmente 24 ARNt. Un codón del ARNm está formado por tres nucleótidos, por ello el ARNm tendrá al menos 75 nucleótidos que, a su vez, serán complementarios a otros 75 nucleótidos de un gen del ADN; como este es bicatenario, se precisará en él la existencia de 75 pares de nucleótidos, que contendrán 75 pares de bases nitrogenadas.

11. La ingeniería genética incluye gran variedad de técnicas de manipulación del material genético. Encuentra la respuesta correcta:

- a) Con la PCR (reacción en cadena de la polimerasa) se consiguen múltiples copias de ADN en pocos minutos

- b) Con las endonucleasas de restricción se consiguen cortes al azar en el ADN con el fin de insertarlo en un vector
- c) Se consiguen organismos transgénicos por inserción de genes de unos organismos en otros
- d) Con la técnica del ADN recombinante se puede seleccionar el sexo de la descendencia
- e) Son ciertas las opciones a) y c)

Solución: e

La PCR es una técnica de laboratorio en la que, a través de la desnaturalización térmica del ADN y su consiguiente separación en dos hebras, se induce la replicación de la molécula utilizando muy pocos elementos: cebadores, ADN polimerasas resistentes a altas temperaturas y nucleótidos. Las moléculas de ADN obtenidas son sometidas a nuevos ciclos de replicación que aumentan exponencial y rápidamente la cantidad de ADN. Los organismos transgénicos portan, junto a su genoma, genes procedentes de otros organismos introducidos mediante la tecnología del ADN recombinante. Son falsas las respuestas b) y d): las endonucleasas de restricción realizan cortes en el ADN, pero no precisamente al azar, sino en secuencias específicas; en cuanto a la selección del sexo, no precisa de técnicas de recombinación del ADN, sino la separación de espermatozoides portadores de cromosoma X e Y.

12. La transformación metabólica de grasas en glúcidos es posible en los siguientes casos:

- a) En las mitocondrias de las células
- b) En los peroxisomas de las células animales
- c) En los glioxisomas de las células vegetales
- d) En el citoplasma de las células animales
- e) No es posible esta transformación

Solución: c

Los glioxisomas, presentes en algunas células vegetales, contienen los enzimas del ciclo del glioxilato, una forma modificada del ciclo de Krebs cuyo principal objetivo es permitir la utilización de ácidos grasos para la biosíntesis de glúcidos. Las células animales, al carecer de este sistema enzimático, son incapaces de realizar la síntesis neta de glúcidos a partir de grasa; sin embargo, esta transformación se produce en la mayoría de las plantas y microorganismos.

13. En la glucólisis:

- a) Se reduce la glucosa, se oxida el NAD^+ y se obtienen ácido pirúvico y ATP
- b) Se oxida la glucosa, se reduce el ácido pirúvico y se obtiene ATP
- c) Es un proceso oxidativo, aeróbico que tiene lugar en el hialoplasma celular
- d) El dador de electrones es la glucosa y el aceptor el NAD^+
- e) El dador de los electrones es la glucosa y el aceptor el ácido pirúvico

Solución: d

La glucólisis es una ruta catabólica anaerobia (no precisa oxígeno) que tiene lugar en el hialoplasma celular. Consiste en una oxidación parcial de la glucosa en la que electrones procedentes de ella son transferidos al NAD^+ que, al aceptarlos, se reduce a $\text{NADH} + \text{H}^+$; se obtienen también como productos finales ácido pirúvico y ATP. Las respuestas b) y e) se corresponden con procesos de fermentación.

14. Supongamos la existencia de un archipiélago formado por tres islas volcánicas de origen posterior a un continente cercano. Las islas fueron colonizadas por una población de lagartos procedentes del continente. En la actualidad existen cuatro poblaciones de lagartos: L (lagartos originales en el continente), L1 (lagartos de la isla 1), L2 (lagartos de la isla 2) y L3 (lagartos de la isla 3). Si se cruzan las poblaciones de lagartos se dan las siguientes circunstancias:

L × L1 = descendencia fértil

L1 × L2 = descendencia estéril

L2 × L3 = sin descendencia

- a) Existen actualmente cuatro especies de lagartos
- b) L y L3 pertenecen a la misma especie
- c) Respecto a L1 y L3 no hay datos que corroboren que sean de distinta especie
- d) L, L1 y L2 son de la misma especie
- e) Todas las respuestas anteriores son falsas

Solución: e

Utilizando el concepto biológico de especie (Myer, 1942) según el cual una especie es una población natural (o conjunto de poblaciones) formada por individuos de fenotipo variable que se reproducen o tienen el potencial para reproducirse entre sí y que están aislados reproductivamente de otros grupos similares, llegaríamos a las siguientes conclusiones: L y L1 pertenecen a la misma especie, puesto que generan descendencia fértil; L2 pertenece a una especie diferente a la anterior, puesto que de su cruce se originan organismos estériles que impiden la continuidad genética; L3 es de especie diferente a L2 al no obtenerse descendencia entre ellas y también a L o L1, puesto que si este fuera el caso de su cruce con L2 se generaría descendencia estéril. En resumen: $L = L1 \neq L2 \neq L3$, existiendo tres especies de lagartos.

15. El carácter dipolar del agua es responsable de:

- a) Su capacidad disolvente
- b) Los procesos osmóticos celulares
- c) El ascenso por capilaridad de la savia elaborada en vegetales vasculares
- d) Son ciertos los apartados a) y b)
- e) Son ciertos los apartados b) y c)

Solución: a

El carácter dipolar del agua, originado por la diferencia de electronegatividad entre los átomos de oxígeno e hidrógeno que componen la molécula, es responsable de muchas de las peculiares propiedades de esta sustancia. La posibilidad de interacción electrostática con otras moléculas polares y con muchos compuestos iónicos le confiere su capacidad disolvente; sin embargo, los procesos osmóticos no se relacionan con el carácter dipolar del agua, sino con la semipermeabilidad de las membranas celulares. La respuesta c) contiene un error en su enunciado al hablar de ascenso por capilaridad de la savia elaborada en vez de ascenso de savia bruta.

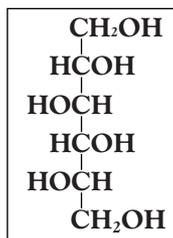
16. La pérdida de dos bases nitrogenadas en un codón de ARN que expresa aminoácido en una célula germinal, podría suponer:

- a) Una mutación transmisible a la descendencia
- b) Una mutación no transmisible a la descendencia
- c) La síntesis de una proteína afuncional por falta de aminoácidos
- d) Una mutación hereditaria en la proteína por corrimiento del orden de lectura
- e) Son ciertos los supuestos a) y c)

Solución: c

En ningún caso la pérdida de bases en el ARN origina mutación, para que esto ocurra la alteración debe producirse en el ADN. El ARNm se sintetiza continuamente en las células y tiene una duración –apenas unos minutos– muy limitada en el tiempo; por tanto, cualquier alteración en esta molécula tendrá mínimos y transitorios efectos en las células siempre que el ADN a partir del cual se transcribe esté intacto. Como a partir de la información del ARNm se obtienen proteínas, esta pérdida de bases podría originar una proteína afuncional por falta de aminoácidos.

17. Encuentre el isómero óptico de la siguiente molécula:



a)



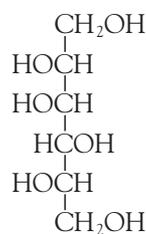
b)



c)



d)



e)

No se puede predecir sin saber cuál es su comportamiento frente a la luz polarizada

Solución: b

Todas las moléculas representadas son isómeros espaciales entre sí y, al contener carbonos asimétricos, todas ellas tendrán actividad óptica; es decir, capacidad de desviar cierto ángulo el plano de la luz polarizada. Los isómeros ópticos son aquellos isómeros espaciales que desvían la luz polarizada el mismo ángulo pero en sentido contrario, haciéndolo uno de ellos hacia la derecha (dextrógiro o +) y el otro hacia la izquierda (levógiro o -). En cuanto a su estructura, los isómeros ópticos son también enantiómeros o, lo que es lo mismo, imágenes especulares el uno del otro. Como b) es la imagen especular de la molécula dada, será también su isómero óptico, aunque por su estructura no se pueda predecir cuál de los dos es la forma dextrógiro y cuál la levógiro.

18. En la fotofosforilación:

- a) Se genera ATP cuando se traslocan H^+ desde el espacio tilacoidal al estroma
- b) El dador de electrones es el O^2
- c) Se obtiene O_2 , $NADP^+$ y ATP
- d) Se obtiene el CO_2 , $NADPH + H^+$ y ATP, que se emplean en la fase oscura o biosintética
- e) Las respuestas a) y c) son correctas

Solución: a

La fotofosforilación, producida durante la fase fotoquímica de la fotosíntesis, se produce cuando se libera la energía almacenada en el gradiente de H^+ acumulado en el espacio intratilacoidal y generado por el transporte de electrones desde el H_2O (dador de electrones) hasta el $NADP^+$. Los productos finales del proceso son $NADPH + H^+$ y ATP, además del O_2 liberado en la fotólisis del H_2O . El CO_2 se incorpora desde el exterior en la fase biosintética de la fotosíntesis.

19. La fracción glucídica de las glucoproteínas de membrana no responde a una de las siguientes actividades:

- a) Comportamiento antigénico
- b) Receptor de mensajes hormonales
- c) Receptor de potenciales de membrana
- d) Lugar de anclaje de microorganismos
- e) Su alteración modifica las divisiones celulares

Solución: c

Las glucoproteínas que se proyectan hacia el exterior de la membrana plasmática cumplen importantes funciones derivadas de la interacción con otras moléculas, células, etc., entre estas funciones se encuentran las mencionadas en los apartados a), b), d) y e), pero no intervienen en la generación, propagación o conducción de los potenciales de membrana.

20. Si las reservas celulares fueran de glucosa en vez de glucógeno:

- a) Se produciría lisis celular por ósmosis
- b) Se produciría diabetes
- c) Se intensificarían los procesos fermentativos
- d) Se propiciaría su conversión en aminoácidos esenciales
- e) Son ciertos a) y b)

Solución: a

La acumulación en el interior celular de moléculas solubles de bajo peso molecular, como lo es la glucosa, influye en la concentración del medio intracelular. Si esta concentración aumenta respecto a la del medio externo, se produce la entrada de agua por ósmosis al interior, llegando a producir la lisis celular si la diferencia de concentración es elevada. La diabetes es un problema de imposibilidad de entrada de la glucosa sanguínea al interior celular por falta de insulina. Los procesos fermentativos se intensifican por las demandas energéticas de la células, no por la disponibilidad de nutrientes. En lo referente a los aminoácidos esenciales para una célula, deben ser incorporados de fuentes externas debido a la incapacidad de la célula para sintetizarlos.

21. Las pompas de jabón se forman insuflando aire al jabón acuoso. En ellas existe una cavidad interna limitada por una pared, siendo su estructura:

- a) Agua en la cavidad y una bicapa en la pared con las cabezas polares del jabón enfrentadas
- b) Aire en la cavidad y una bicapa en la pared con las colas apolares del jabón enfrentadas
- c) Agua en la cavidad y una bicapa en la pared con las colas apolares del jabón enfrentadas
- d) Aire en la cavidad y una bicapa en la pared con las cabezas polares del jabón enfrentadas
- e) Aire en la cavidad y una monocapa de jabón con las cabezas polares hacia el exterior

Solución: d

Una pompa de jabón está formada por una cavidad interna llena de aire y una pared constituida por una película de agua a la que se asocian moléculas de jabón. Las moléculas de jabón son heteropolares, disponen de una cabeza polar formada por el grupo carboxilo fuertemente hidrófilo y una cola apolar hidrocarbonada y muy hidrófoba. Por tanto, hacia ambos lados de la película de agua se proyectan los jabones con sus cabezas enfrentadas en contacto con el agua y las colas dirigidas hacia la cavidad aérea interior y hacia el exterior de la pompa.

22. Supón un gen dominante que determina la lectura correcta de las cuestiones en los test de biología frente al alelo recesivo que es letal. Otro gen recesivo ligado al cromosoma X determina habilidad para resolver los test de biología. Qué resultados se esperan entre la descendencia del cruce de una chica hábil y heterocigota para la lectura de test y un chico no hábil y también heterocigoto para la lectura:

- a) Todos los chicos son hábiles resolviendo test de biología
- b) 1/4 de las chicas mueren
- c) 1/4 de la descendencia total muere
- d) 1/4 de los chicos muere
- e) Todas las afirmaciones anteriores son ciertas

Solución: e

Si llamamos **L** al alelo que determina la lectura correcta de las cuestiones en los test de biología, **l** será el alelo recesivo letal del mismo gen; de igual manera, denominamos **h** al alelo recesivo ligado al cromosoma X; tal que **X^h** determina habilidad para resolver problemas de biología y **X** ausencia de habilidad para la resolución de problemas.

P: $LI X^h X^h \times LI XY$

F1:	Gametos	1/4 LX	1/4 lX	1/4 LY	1/4 lY
	1/2 LX^h	1/8 LL XX ^h	1/8 Ll XX ^h	1/8 LL X ^h Y	1/8 Ll X ^h Y
	1/2 lX^h	1/8 Ll XX ^h	1/8 ll XX ^h	1/8 Ll X ^h Y	1/8 ll X ^h Y

Como se observa en la F1, 1/2 son chicas y 1/2 chicos. Separados por sexos 1/4 de las chicas y 1/4 de los chicos mueren y, por tanto, muere 1/4 de toda la descendencia, los que tienen como genotipo ll. Todos los chicos vivos portan el alelo **X^h** en hemigocis, por lo que son hábiles resolviendo los test de biología.

23. El acetil-CoA:

- a) Se produce en el hialoplasma durante el catabolismo aeróbico de glúcidos, lípidos y aminoácidos
- b) Es el precursor para la biosíntesis de ácidos grasos
- c) Se oxida en el ciclo de Krebs produciendo CO₂, NAD⁺ y FAD
- d) Se introduce en el ciclo de Krebs uniéndose al ácido cítrico para generar ácido oxalacético
- e) Se obtendrían 12 de estas moléculas a partir de un ácido graso de 24 carbonos mediante 12 ciclos de β-oxidación

Solución: b

El acetil-CoA es un intermediario metabólico que se origina en la matriz mitocondrial durante el catabolismo de glúcidos, lípidos, aminoácidos y fracción glucídica de nucleótidos. Una vez formado puede seguir rutas anabólicas, como la biosíntesis de ácidos grasos, o catabólicas, en las que se integra en el ciclo de Krebs. Es este un proceso oxidativo cuya primera reacción es la unión del acetil-CoA al ácido oxalacético para generar ácido cítrico, obteniéndose de la oxidación de esta molécula CO₂, NADH + H⁺ y FADH₂. En cuanto a la respuesta e), es cierto que se obtienen 12 acetil-CoA a partir de un ácido graso de 24 carbonos, pero se conseguirían en once ciclos de β-oxidación.

24. Los enlaces que determinan la estructura secundaria de las proteínas responden a la siguiente naturaleza:

- a) Fuerzas electrostáticas entre los radicales de los aminoácidos
- b) Enlaces peptídicos entre aminoácidos
- c) Puentes de hidrógeno entre enlaces peptídicos
- d) Atracciones entre los radicales de los aminoácidos y el medio
- e) Es cierta la combinación de a) y c)

Solución: c

La estructura secundaria de una proteína se organiza mediante enlaces por puentes de hidrógeno que se establecen entre los grupos CO y NH pertenecientes a enlaces peptídicos de la estructura primaria. Las respuestas a) y d) mencionan fuerzas responsables de la estructura terciaria, mientras que la respuesta b) se corresponde con la estructura primaria de la proteína.

25. Respecto a las transfusiones entre grupos sanguíneos, cuál de los siguientes supuestos sería posible:

- a) Un individuo B Rh⁺, cuyo hijo es O Rh⁻, a un individuo B Rh⁻
- b) Un individuo O Rh⁺, cuyo hijo es A Rh⁻, a un individuo AB Rh⁻
- c) Un individuo B Rh⁺, cuyo hijo es O Rh⁻, a un individuo AB Rh⁻
- d) Un individuo A Rh⁻, cuyo hijo es B Rh⁻, a un individuo AB Rh⁺
- e) Ninguna de las transfusiones anteriores sería posible

Solución: d

Aunque los sistemas antigénicos sanguíneos AB0 y Rh están determinados genéticamente, en las transfusiones no influye la herencia genética (los datos de descendencia mencionados en las propuestas no intervienen en la solución), sino que se trata de reacciones inmunológicas antígeno-anticuerpo. La pertenencia a un grupo sanguíneo u otro depende de la existencia de antígenos, polisacáridos específicos, en la membrana de los eritrocitos y a la presencia de anticuerpos, proteínas específicas, en el plasma sanguíneo. En función de los antígenos que se posean se dan cuatro grupos distintos: A, B, AB y 0, y los individuos pertenecientes a cada uno de ellos presentará en su plasma un anticuerpo, aglutinina, que reaccionará contra el antígeno que no se posee. El factor Rh depende de la presencia o no de otro antígeno específico en la membrana de los eritrocitos, siendo Rh⁺ las personas que lo presentan y Rh⁻ las que carecen de él. En este caso, la presencia de anticuerpos en el plasma de los individuos Rh⁻ depende de su sensibilización, es decir, de anteriores exposiciones al antígeno por contacto con sangre Rh⁺. Solo son posibles las transfusiones en las que no se produzca la aglutinación de las suspensiones de eritrocitos de la sangre donante por los anticuerpos del receptor, o que este no quede sensibilizado en el caso del sistema Rh. Así pues, las transfusiones de los apartados a), b) y c) no son recomendables porque aun siendo posibles por el sistema AB0, el receptor en todos los casos es negativo para el Rh, no tendrá antígeno y el contacto con sangre Rh⁺ estimularía la producción de anticuerpos y, por tanto, su sensibilización para futuras transfusiones Rh⁺ en las que se aglutinaría la sangre recibida.

26. Las cromoproteínas:

- a) Siempre contienen un grupo porfirínico
- b) Todas tienen función respiratoria
- c) Todas son pigmentos proteicos
- d) Los citocromos pertenecen a este grupo
- e) Las respuestas c) y d) son ciertas

Solución: e

Las cromoproteínas son heteroproteínas cuyo grupo prostético es un pigmento, que puede ser o no un anillo porfirínico. Muchas de ellas intervienen en el transporte de gases respiratorios, como son los casos de la hemoglobina, cromoproteína porfirínica, o la hemeritina, cromoproteína no porfirínica; otras actúan transportando electrones, este es el caso de los citocromos, heteroproteínas porfirínicas de la cadena respiratoria.

27. A pesar de la mala fama del colesterol la carencia de esta molécula podría estar relacionada con múltiples disfunciones. Señala aquella que no supone un problema fisiológico:

- a) Desestructuración de las membranas celulares por aumento de la fluidez
- b) Deficiente formación de hormonas sexuales
- c) Dificultad en la formación de ateromas
- d) Deficiente formación de hormonas corticosteroides
- e) Dificultad en la formación de ácidos y sales biliares

Solución: c

El colesterol es un lípido esteroide constituyente de membranas celulares, donde desempeña un importante papel manteniendo la estabilidad de la bicapa de fosfolípidos al disminuir su fluidez; además, es precursor en la síntesis de provitaminas y hormonas esteroídicas (glucocorticoides y mineralcorticoides de la corteza suprarrenal y hormonas sexuales). Mediante su oxidación en el hígado se generan ácidos y sales biliares, que son vertidos como componentes biliares al intestino donde emulsionan las grasas y facilitan su digestión. Sin embargo, su mala fama procede de su relación con las enfermedades cardiovasculares: cuando su concentración en sangre es elevada se deposita en las paredes arteriales iniciando la formación de ateromas, placas y abultamientos fibrograsos que disminuyen la luz arterial y reducen el suministro de sangre a los tejidos, aumentan, además, la fragilidad de la propia pared arterial con los consiguientes riesgos de accidentes cardiovasculares.

28. El sistema linfático de vertebrados no realiza la/s siguiente/s función/es:

- a) Transporte de lípidos hacia el hígado
- b) Drenaje de los tejidos
- c) Filtrado de líquido intersticial
- d) Maduración de linfocitos
- e) Son falsos a) y b)

Solución: a

El sistema linfático de vertebrados es un sistema circulatorio que transporta la linfa formada a partir del drenaje del líquido intersticial de los tejidos. En el entramado de vasos linfáticos existen ganglios linfáticos que limpian la linfa al retener partículas extrañas al organismo (bacterias, virus, toxinas...), que se ponen allí en contacto con los linfocitos estimulando su maduración. Los vasos quilíferos de las vellosidades intestinales, pertenecientes a este sistema linfático, recogen las grasas absorbidas del intestino, pero no las conducen al hígado sino que las incorporan a la circulación linfática, que finalmente vierte su contenido al sistema circulatorio sanguíneo a nivel de la vena subclavia izquierda.

29. El pI de la lisina es 9,2. La carga neta de la molécula a pH = 1 es:

- a) 2+ b) 1+ c) 0 d) 1- e) 2-

Solución: a

La lisina es un aminoácido básico que en su radical presenta un grupo amino ($-\text{NH}_2$) y que, por tanto, contiene tres grupos ionizables: el grupo α -carboxilo ($-\text{COOH}$) de carácter ácido por su tendencia a ceder H^+ , y los grupos α -amino y amino del radical, de carácter básico por su tendencia a captar H^+ . A $\text{pH} = 1$ la concentración de H^+ es muy alta, por lo que los dos grupos amino habrán aceptado H^+ y se encontrarán como iones positivos ($-\text{NH}_3^+$), mientras que el grupo α -carboxilo, que no es un ácido fuerte, a un pH tan bajo no puede ceder H^+ , por lo que no se ioniza. En consecuencia con lo anterior, la carga neta de la molécula será +2.

30. Con el experimento de Meselson y Stahl sobre la replicación del ADN se consiguió demostrar que:

- a) La replicación es bidireccional, por lo que una de las hebras debe sintetizarse de manera discontinua
b) Las histonas asociadas al ADN eucariota se reparten equitativamente en las moléculas de ADN de nueva síntesis
c) La replicación es dispersiva como propusieron Sutton y Boveri
d) La replicación del ADN es semiconservativa como propusieron Watson y Crick
e) La replicación es conservativa como propusieron Tatum y Beadle

Solución: d

Meselson y Stahl consiguieron demostrar experimentalmente el modelo de replicación semiconservativa del ADN. Cultivaron bacterias en un medio con N^{14} normal, previamente marcadas con el isótopo N^{15} que permite su rastreo por tener mayor densidad, y aislaron el ADN de sucesivas generaciones bacterianas. En el estudio de estos ADN se observó: homogeneidad y densidad intermedia ($\text{N}^{14}/\text{N}^{15}$) del ADN de la primera generación bacteriana, por lo que

se descartó la hipótesis conservativa, ya que en este caso se habrían obtenido dos tipos de ADN, uno ligero (N^{14}) y otro pesado (N^{15}); en las bacterias de la segunda generación se obtuvieron dos tipos de ADN, uno de densidad intermedia (N^{14}/N^{15}) y otro ligero (N^{14}), descartándose así la hipótesis dispersiva, según la cual se habrían obtenido ADN progresivamente más ligeros. Las respuestas a) y b) se refieren al mecanismo de replicación. Las respuestas c) y e) contienen además patentes errores en cuanto a la autoría de las propuestas.

31. La siguiente tabla se refiere al porcentaje en la composición de bases nitrogenadas de cuatro ácidos nucleicos:

Ácido nucleico	A	G	C	T	U
1	20	30	30	20	0
2	20	20	30	0	30
3	30	20	20	0	30
4	30	20	30	20	0

- a) Los ácidos nucleicos 3 y 4 no existen en la naturaleza
- b) Todos estos ácidos nucleicos se encuentran en la naturaleza
- c) En células eucariotas, el ácido nucleico 1 sólo se encuentra en el núcleo
- d) El ácido nucleico 4 se encuentra en las células procariotas
- e) Son ciertas las respuestas a) y c)

Solución: b

El ácido nucleico 1 es ADN (contiene T y no U) bicatenario (posee el mismo porcentaje de bases complementarias, $A = T$, $G = C$), se encuentra en el núcleo, mitocondrias y cloroplastos de células eucariotas, en células procariotas y en determinados virus. El ácido nucleico 2 es ARN (contiene U y no T) monocatenario (las bases complementarias no están en el mismo porcentaje), aparece en todas las células como ARNm, ARNn, ARNr, ARNt y también como material genético vírico. El ácido nucleico 3 se trata de ARN, en este caso bicatenario, solo encontrado en algunos virus. El ácido nucleico 4 es ADN monocatenario, hallado exclusivamente en determinadas clases de virus.

32. En la reproducción de las espermafitas angiospermas:

- a) Se produce una doble fecundación tras la cual se generará un embrión diploide y un tejido triploide
- b) Se produce la fusión del grano de polen con la oosfera
- c) Se produce un embrión rodeado del albumen que generará el fruto
- d) El grano de polen mediante la polinización pasa del gineceo de una flor al androceo de otra o de la misma planta
- e) Son ciertas las respuestas a) y d)

Solución: a

Durante la reproducción de las angiospermas se produce una doble fecundación: uno de los núcleos espermáticos del grano de polen se une a la oosfera generando un embrión diploide, mientras que el otro núcleo espermático se une a los dos núcleos secundarios del saco embrionario del óvulo generando el albumen, tejido triploide que rodea al embrión en el interior de la semilla y que le sirve de alimento. El fruto se produce a partir del ovario después de la fecundación. Los términos gineceo y androceo están invertidos en la repuesta d).

33. El enzima peptidil-transferasa interviene en la traducción, donde cataliza:

- a) La unión de los aminoácidos a sus correspondientes ARNt
- b) La unión del grupo carboxilo del aminoácido situado en el centro P al grupo amino del aminoácido situado en el centro A
- c) La unión del grupo amino del aminoácido situado en el centro P al grupo carboxilo del aminoácido situado en el centro A
- d) La hidrólisis del enlace éster entre el péptido final y el último ARNt
- e) Son ciertas las respuestas b) y d)

Solución: e

Las acciones catalíticas de este enzima son las expresadas en las respuestas b) y d). La función mencionada en la respuesta a) es realizada por el enzima aminoacil-ARNt-sintetasa en la fase de activación de los aminoácidos para la traducción. La respuesta c) es falsa, pues el aminoácido situado en el centro P ocupará una posición anterior en la secuencia de la cadena polipeptídica que el situado en el centro A, y el enlace peptídico se establece entre el grupo $-\text{COOH}$ de un aminoácido y el grupo $-\text{NH}_2$ del siguiente

34. En la meiosis, señala el número de pares de cromosomas homólogos que habrá en Metafase II si la célula es $2n = 24$:

- a) 0
- b) 6
- c) 12
- d) 24
- e) 48

Solución: a

En la anafase de la división meiótica I se produce la segregación de los cromosomas homólogos, n cromosomas se dirigen a cada polo celular, por tanto, en ninguna fase de la división meiótica II existirán pares de cromosomas homólogos.

35. Los fragmentos de Okazaki que se forman en una horquilla de replicación:

- a) Son fragmentos de ARN que actúan como cebadores de las ADN polimerasas
- b) Son fragmentos mixtos 5'ARN-ADN 3' que se forman asociados a una sola hebra del ADN patrón
- c) Son fragmentos mixtos 5'ARN-ADN 3' que se forman asociados a las dos hebras del ADN patrón

- d) Son fragmentos mixtos 3' ARN-ADN 5' que se forman asociados a una sola hebra del ADN patrón
- e) Todas las respuestas anteriores son falsas

Solución: b

En el proceso de síntesis de ADN se abre un ojo de replicación en el que se forma ADN en ambas direcciones a partir del punto de origen. En un ojo de replicación hay dos horquillas, en ambas se forma nuevo ADN complementario y antiparalelo a cada una de las dos hebras viejas que actúan como patrón. Las polimerasas sintetizan en dirección 5' → 3', por tanto, en una de las hebras de la horquilla de replicación la síntesis es continua a partir del punto de inicio, siendo discontinua en la otra. Puesto que las ADN polimerasas no pueden trabajar «de novo», necesitan un cebador, fragmento de ARN formado previamente por las ARN polimerasas que sí inician la síntesis «de novo». En la hebra discontinua de cada horquilla se observan fragmentos mixtos 5'ARN-ADN 3', fragmentos de Okazaki, asociados a su correspondiente hebra patrón y que se van formando a medida que se abre la horquilla de replicación. Sin embargo, en la hebra de síntesis continua aparecerá el ARN cebador en el punto de inicio seguido de una secuencia continua de ADN.

36. Señala el número de moléculas de ADN que existen en el núcleo de una célula somática eucariota vegetal $2n = 10$ en la fase G_2 del ciclo celular:

- a) 5
- b) 10
- c) 20
- d) 40
- e) 80

Solución: c

En el periodo S de la interfase celular, anterior al periodo G_2 , se produce la duplicación del ADN. En G_2 el núcleo contendrá el doble de moléculas de ADN que el número $2n$ característico de la célula, es decir $2 \times 2n = 20$.

37. La estructura secundaria del Z-ADN no responde a:

- a) Es un doble hélice levógira
- b) Contiene abundantes secuencias repetitivas
- c) Es una doble hélice dextrógira
- d) Está relacionada con segmentos reguladores de la expresión genética
- e) No responde ni a la característica c) ni a la d)

Solución: c

Además del B-ADN, la forma más común de estructura secundaria del ADN que responde a la doble hélice dextrógira del modelo de Watson y Crick, se han encontrado otras estructuras en doble hélice, designadas como A-ADN y Z-ADN. El Z-ADN se ha detectado «in vivo» en zonas de la molécula de ADN donde existen secuencias repetidas y alternantes de las bases guanina y citosina. Su hélice es más larga y estrecha que la del B-ADN, presenta un aspecto en zigzag al que debe su nombre y gira en sentido levógiro, lo que afecta a la expresión de los genes, por lo que se relaciona esta estructura con la regulación de la expresión génica.

38. La inyección en vena de una sustancia ácida desencadena el siguiente proceso:

- a) El ácido carbónico se disocia en ion bicarbonato y H^+
- b) El ión bicarbonato acepta H^+ y genera ácido carbónico
- c) La concentración de CO_2 aumenta y, por tanto, la frecuencia respiratoria
- d) La concentración de CO_2 disminuye y, por tanto, la frecuencia respiratoria
- e) Son ciertos los apartados b) y c)

Solución: e

Algunas de las muchas sustancias disueltas en los líquidos biológicos tienden a contrarrestar las posibles variaciones del pH, son conocidas por ello con el nombre de sistemas amortiguadores del pH o sistemas tampón. En el plasma sanguíneo actúa el sistema tampón carbonato, formado por el ácido carbónico (H_2CO_3) y su base conjugada, el ion bicarbonato (HCO_3^-), que se encuentran en el siguiente equilibrio químico: $H_2CO_3 \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$. El ácido carbónico se disocia fácilmente en dióxido de carbono y agua, estableciéndose un nuevo equilibrio relacionado con el anterior y que podemos expresar como: $H^+ + HCO_3^- \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons CO_2 + H_2O$. La adición de H^+ en sangre rompe esta secuencia de equilibrios, pues al aumentar la concentración de uno de los miembros la reacción química en equilibrio se desplaza en sentido contrario: el ión HCO_3^- acepta el exceso de H^+ y genera H_2CO_3 que, a su vez, se disocia en CO_2 y H_2O . Se produce, en consecuencia, un aumento de la concentración de CO_2 en sangre y, con el fin de contrarrestarlo, un incremento de la frecuencia respiratoria.

39. La eliminación de sustancias de desecho nitrogenadas se realiza:

- a) En forma de amoníaco en peces de agua dulce
- b) En forma de urea en todos los animales
- c) En forma de ácido úrico en aves
- d) En forma de urea en anfibios
- e) Solo es falsa la respuesta b)

Solución: e

La actividad catabólica de las células genera productos de desecho, nitrogenados o no, que en el caso de animales deben ser expulsados al exterior. Los productos nitrogenados, dada su elevada toxicidad, pueden excretarse: 1) en forma de amoníaco (NH_3), solo los animales acuáticos, invertebrados y peces, que disponen de grandes cantidades de agua para diluirlo pueden eliminarlo de esta manera; 2) como urea ($H_2N-CO-NH_2$), que al ser menos tóxica que el amoníaco requiere menos agua de disolución para su excreción, los animales terrestres, anfibios, reptiles quelonios y mamíferos, al tener menor disponibilidad de agua eliminan urea; y 3) por último, los animales de ambientes muy secos, insectos, reptiles y las aves como adaptación al vuelo, excretan las sustancias nitrogenadas en forma de ácido úrico, compuesto de baja toxicidad, semisólido y poco soluble, que supone para el animal un notable ahorro de agua.

40. El estado líquido del agua en condiciones estándar se debe a:

- a) Su peso molecular
- b) Los enlaces covalentes entre sus átomos
- c) Los enlaces iónicos entre sus moléculas
- d) Los enlaces por puentes de hidrógeno entre sus moléculas
- e) Es cierta la combinación de a) y d)

Solución: e

Los puntos de fusión y ebullición de una sustancia están relacionados con su masa molecular y con el grado de asociación entre sus moléculas. En condiciones estándar de presión y temperatura, debido a su baja masa molecular ($M_m = 18$), al agua le correspondería ser un gas (otras sustancias con masas moleculares similares y aun mayores son gases: H_2S , CO_2 , $SO_2...$); sin embargo, el carácter polar de la molécula determina la aparición de fuerzas intermoleculares por puentes de hidrógeno que mantienen unidas las moléculas de agua formando una estructura reticular responsable de los anormalmente altos puntos de fusión y ebullición de esta sustancia.

41. En humanos, la liberación de gonadotropinas en la adenohipófisis:

- a) Está regulada por una glándula neurosecretora que libera neurohormonas cuando disminuye en sangre la concentración de hormonas sexuales
- b) Se produce exclusivamente por estímulos nerviosos
- c) Se inicia en la pubertad determinando la aparición de los caracteres sexuales primarios
- d) Está estimulada positivamente por el hipotálamo cuando aumenta la concentración de hormonas sexuales en sangre
- e) Son ciertas las respuestas c) y d)

Solución: a

La hipófisis es una glándula endocrina situada en la base del encéfalo unida al hipotálamo. Algunas de las hormonas producidas en su lóbulo anterior o adenohipófisis se denominan tróficas por su capacidad de estimular la secreción de otros órganos endocrinos como las gónadas. A su vez, la actividad de la adenohipófisis está regulada por centros superiores del sistema nervioso que, tras procesar la información de receptores externos e internos, envían una señal nerviosa al hipotálamo (glándula neurosecretora) provocando en este la formación de una neurohormona específica, denominada factor de liberación, que estimula en la adenohipófisis la secreción de las correspondientes hormonas tróficas, las gonadotropinas. Estas, transportadas por la sangre provocan en su glándula diana, testículos u ovarios, la secreción de hormonas sexuales. El aumento de la concentración de estas últimas en sangre registrado por los receptores provocaría una disminución en la liberación de factor hipotalámico y, por tanto, de hormona trófica. En cuanto a la respuesta c), en la pubertad el aumento de gonadotropinas desarrolla e inicia la actividad de los genitales, pero no su aparición que tiene lugar durante el desarrollo embrionario.

42. La digestión enzimática del glucógeno en vertebrados se produce:

- a) En el estómago por la acción del jugo gástrico
- b) En todo el intestino por acción de la amilasa pancreática
- c) En el duodeno por acción de la bilis y la amilasa intestinal
- d) En la boca y en el duodeno por acción de las amilasas
- e) En la boca, estómago y duodeno por acción de las amilasas

Solución: d

Los enzimas responsables de la digestión del glucógeno son amilasas vertidas a la luz del tubo digestivo por las glándulas exocrinas digestivas. Las glándulas salivares liberan a la boca amilasa salivar (ptialina) que inicia la digestión del almidón y del glucógeno. El jugo gástrico carece de amilasas y, además, su pH ácido inactiva la amilasa salivar, por lo que la digestión enzimática de glúcidos queda interrumpida en el estómago. Al duodeno son vertidos los jugos pancreáticos e intestinal, ambos portadores de amilasas responsables de la hidrólisis de estos polisacáridos hasta originar los correspondientes disacáridos (maltosa, isomaltosa...). La bilis, que procedente del hígado también es vertida al duodeno, carece de enzimas digestivas.

43. La capacidad reductora de un disacárido se debe a:

- a) La presencia de al menos dos $-OH$ hemiacetálicos libres
- b) La presencia de al menos un $-OH$ hemiacetálico libre
- c) La existencia de un enlace dicarbonílico
- d) La existencia de un enlace O-glucosídico
- e) Las respuestas c) y d) son ciertas

Solución: b

La capacidad reductora de los disacáridos depende del tipo de enlace O-glucosídico $-monocarbonílico$ o $dicarbonílico-$ entre los monosacáridos que los componen. El enlace monocarbonílico se establece entre el grupo OH del carbono anomérico del primer monosacárido, OH hemiacetálico de aldosas o de cetosas, y un grupo OH cualquiera no hemiacetálico del segundo monosacárido, quedando el OH hemiacetálico del segundo monosacárido libre, y por tanto, con posibilidad de oxidarse perdiendo electrones; es decir, con poder reductor. Sin embargo, los enlaces dicarbonílicos se establecen entre los dos grupos OH hemiacetálicos de los dos monosacáridos que se unen, perdiendo en este caso la capacidad de ceder electrones y oxidarse; no son, por tanto, reductores.

44. La saponificación de una cera produce:

- a) Ceramida y jabón
- b) Jabón y glicerina
- c) Jabón, fosfato y monoalcohol
- d) Ceramida y monoalcohol
- e) Son falsas todas las respuestas anteriores

Solución: e

Las ceras son lípidos simples saponificables formados por la esterificación de un ácido graso y un alcohol monovalente de cadena larga. La saponificación es una reacción de los ácidos grasos con álcalis o bases para dar una sal del ácido graso llamada jabón. En el caso de la cera, la saponificación supone la hidrólisis alcalina del enlace éster, en la que se obtiene un jabón y queda libre el alcohol monovalente. En ningún caso es posible la obtención de ceramidas, que son componentes de esfingolípidos y derivados del aminoalcohol esfingosina.

45. Las biografías científicas de los españoles Ramón y Cajal y Severo Ochoa incluyen trabajos que han supuesto una enorme contribución a la Biología. Ambos fueron galardonados con el premio Nobel por:

- a) Estudios sobre el sistema nervioso de los dos investigadores, que en el caso de Cajal supuso la generalización de la teoría celular
- b) El descubrimiento de las endonucleasas de restricción en el caso de Severo Ochoa
- c) El descifrado del código genético en el caso de Severo Ochoa
- d) El descubrimiento de la individualidad de las neuronas en el caso de Ramón y Cajal
- e) Son ciertas las respuestas c) y d)

Solución: e

Aunque Ramón y Cajal (1852-1934) realizó estudios histológicos sobre diversos tejidos, fue el nervioso una constante en sus investigaciones, sobre él publicó numerosos trabajos y desarrolló la teoría neuronal: las neuronas son células independientes y no están físicamente conectadas; premio Nobel en 1906, sus trabajos fueron la base de nuevos conocimientos sobre el sistema nervioso y la generalización de la teoría celular. Entre las investigaciones de Severo Ochoa (1905-1993) destacan trabajos sobre fisiología, bioquímica y biología molecular; en 1959 recibe el premio Nobel al lograr sintetizar ARN utilizando como sustratos ribonucleótidos y enzimas polinucleotidofosforilasas extraídos de bacterias, lo que supuso el inicio en el descifrado del código genético.

46. Indica por cuál/es de los siguientes orgánulos celulares sería obligatorio el paso de una glucoproteína secretada por una célula.

- a) Lisosomas
- b) Retículo endoplasmático rugoso
- c) Aparato de Golgi
- d) a) y b)
- e) b) y c)

Solución: e

Las proteínas destinadas a ser secretadas comienzan su síntesis en ribosomas libres del citosol. La cadena polipeptídica en formación presenta en su extremo NH_2^- terminal una secuencia de aminoácidos, péptido señal, que conduce el ribosoma hacia el retículo endoplasmático rugoso cuando es reconocida por una proteína receptora de la membrana de este orgánulo. Tras la unión del ribosoma con los receptores de membrana, la cadena en crecimiento se introduce al lumen, donde tiene lugar la pérdida del péptido señal y su

glucosilación (unión de un oligosacárido a la proteína). Posteriormente, es transferida al Golgi, donde se completa el proceso de glucosilación y se empaqueta en vesículas de secreción que, fusionadas con la membrana plasmática, vierten su contenido al exterior.

47. La pérdida de función de las proteínas no está relacionada con:

- a) La presencia de dominios estructurales
- b) La alteración de la secuencia de aminoácidos
- c) La pérdida de solubilidad
- d) La pérdida del centro activo
- e) Son correctas las respuestas a) y c)

Solución: a

La función de la mayoría de las proteínas se basa en su interacción con otras moléculas mediante enlaces débiles. Esta unión selectiva depende de los grupos funcionales, radicales de unos cuantos aminoácidos que, aunque alejados en la estructura primaria, quedan distribuidos específicamente en la estructura funcional por la superficie de la proteína, formando su centro o superficie activa. El resto de la cadena polipeptídica mantiene la forma y plegamiento necesarios para que el centro activo se encuentre en posición correcta. Cualquier alteración en la secuencia de aminoácidos o en la solubilidad de la proteína puede ocasionar una modificación de este plegamiento y, por tanto, de la estructura 2.^a, 3.^a o 4.^a, lo que afectaría al centro activo ocasionando la pérdida o disminución de su función. Finalmente, los dominios estructurales son combinaciones estructurales muy estables y altamente eficaces que aparecen en diferentes proteínas.

48. En la fosforilación oxidativa acoplada a la cadena respiratoria:

- a) Los productos finales son CO₂, H₂O y ATP
- b) Los productos finales son coenzimas reducidas, H₂O y ATP
- c) Los productos finales son O₂ y ATP
- d) Los productos finales son coenzimas oxidadas, H₂O y ATP
- e) Sólo se genera ATP

Solución: d

En el proceso, que tiene lugar en la membrana de las crestas mitocondriales, los coenzimas reducidos obtenidos de procesos catabólicos como glucólisis, ciclo de Krebs, hélice de Lynen, etc., se oxidan cediendo electrones al oxígeno molecular que se reduce formando H₂O. Durante el transporte de los electrones desde los coenzimas reducidos hasta el O₂ se obtiene ATP, debido, según la hipótesis de Mitchell, a que se produce un gradiente de protones a ambos lados de la membrana interna mitocondrial. Los protones acumulados en el espacio intermembranoso pasan de nuevo a la matriz a través de los complejos enzimáticos ATP-sintetasa, proporcionándoles la energía necesaria para la síntesis de ATP.

49. Cuál de los siguientes supuestos sobre la actividad de las prostanglandinas es falso:

- a) Actúan en los mismos tejidos donde se producen
- b) Producen vasodilatación
- c) Tienen actividad analgésica
- d) Producen contracción de la musculatura lisa
- e) Provocan aumento de la temperatura

Solución: c

Se trata de un grupo de sustancias lipídicas formadas a partir de ácidos grasos insaturados constituyentes de los fosfolípidos de las membranas celulares. Se sintetizan continuamente y actúan en los mismos tejidos de síntesis, por eso se las llama hormonas locales. Sus funciones orgánicas son diversas; entre otros efectos producen inflamación tras los golpes por vasodilatación de capilares, sensibilización de los receptores del dolor, aparición de fiebre como defensa a infecciones, contracción de la musculatura lisa, por ejemplo, inician la contracción uterina durante el parto, etc. Por el contrario, la actividad analgésica se corresponde con moléculas inhibitoras de prostanglandinas.

50. Una célula procariota con una concentración salina en su medio interno de 5 mM se encuentra en un medio con una concentración salina de 7 mM. Al cabo de cinco minutos se ha producido la siguiente situación:

- a) Se produce la lisis celular por la entrada de sales
- b) Se produce plasmólisis por salida de agua
- c) Se produce plasmólisis por salida de sales
- d) Se produce ósmosis con entrada de agua
- e) Se produce ósmosis con salida de sales

Solución: b

El proceso por el que dos disoluciones de distinta concentración separadas por una membrana semipermeable, como lo son las membranas celulares, llegan a la isotonía; es decir, a la misma concentración, se produce por el paso de disolvente de la solución hipoosmótica o de menor concentración, el medio intracelular en este caso, a la hiperosmótica o de mayor concentración, el medio extracelular. El proceso llamado ósmosis produce en el supuesto planteado la salida de agua celular, lo que provoca que se arrugue y rompa la membrana plasmática, su plasmólisis.

SEGUNDA OLIMPIADA DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Cuestionario de la categoría ESO

Madrid, 29 de mayo de 2004

II OLIMPIADA BIOLOGÍA (Test)

1. Un grupo de estudiantes de 4.º ESO se desplaza a las lagunas de Arganda con el fin de investigar las relaciones tróficas entre las especies de la zona. A la vista de los resultados obtenidos por cinco de los equipos de estudiantes, determina cuál de ellos trabajó con rigor:

- a) Zooplancton → culebra de agua → pato → águila
- b) Fitoplancton → zooplancton → rata de agua → águila
- c) Enea → cangrejo → caracol → garceta
- d) Fitoplancton → zooplancton → pato → piojo
- e) Zooplancton → fitoplancton → sardina → águila pescadora

Solución: d

De antemano es conocido que en los esquemas de relaciones tróficas cada flecha significa «comido por», y puesto que el enunciado de la cuestión habla de lagunas ya se está indicando con este dato que el medio en el que se ha realizado el trabajo es de agua dulce. En una cadena trófica el primer eslabón debe ser un organismo de nutrición autótrofa llamado productor, por lo que son incorrectas las respuestas a) y e), además de que la sardina vive en medio salado y el fitoplancton (productor primario) no se alimenta de zooplancton.

Si se siguen analizando las opciones se encuentran los siguientes errores; en la opción b) la rata de agua no se alimenta de zooplancton, y en la c) los caracoles, que son herbívoros, no lo hacen de cangrejos, ni estos, que son carnívoros, comen eneas. Por todo ello, la respuesta correcta es la opción d), ya que el fitoplancton, productor primario, es consumido por el zooplancton, herbívoro o consumidor primario, este a su vez por los patos, consumidores secundarios, y por último aparecen en la cadena los piojos, consumidores terciarios, que parasitan a los patos alimentándose de su sangre.

2. Una primitiva población de tortugas *Elephantopus* sp colonizó un territorio que más tarde dio lugar a siete de las islas del conjunto que forma el Archipiélago de las Galápagos. Darwin, en su viaje a bordo del *Beagle*, observó hasta ocho especies distintas, y curiosamente en la isla Isabela (la de mayor superficie de todas) encontró dos, *Elephantopus becki* (al norte) y *Elephantopus guntheri* (al sur). La aparición de estas dos especies, con respecto a la población primitiva en una misma isla, pudo deberse a:

- a) La población primitiva de tortugas dio lugar a dos especies distintas porque existía una barrera geográfica que la aisló en dos grupos
- b) Existía incompatibilidad de los gametos entre algunos individuos de la población inicial, aunque se produjera la cópula
- c) Un grupo de la población inicial fue desarrollando nuevas características para adaptarse al nuevo ambiente
- d) La población inicial se separó en dos grupos, uno de hembras y otro de machos
- e) Entre los individuos de la población adulta se podía dar la fecundación, pero el cigoto era inviable

Solución: a

Partiendo de la definición de especie como el grupo de individuos con caracteres comunes que se pueden cruzar entre sí teniendo descendencia fértil, y que, los individuos de una población pertenecen a la misma especie, se puede pensar que en un principio, *Elephantopus* sp ocupaba un territorio único, por lo que entre sus individuos habría intercambio de genes. Tras un proceso geológico importante, dicho territorio quedó separado del continente y fragmentado en siete islas, lo que originó siete poblaciones de *Elephantopus* sp aisladas reproductivamente por separación geográfica. En tal caso dejaron de intercambiar genes unas con otras, por lo que las mutaciones que se produjeron en ellas, y que perduraron como adaptaciones por la selección natural, dieron lugar a una especiación progresiva. Pero lo curioso del caso es que en una sola de las islas (la de mayor tamaño) observó dos especies, una al norte y otra al sur, el motivo que pudo dar lugar a esta situación es que en dicha isla existiera una nueva barrera geográfica que separara a ambas poblaciones, como un pequeño sistema montañoso que impidiera el movimiento de las tortugas por la isla y su contacto. Esto supuso que las dos poblaciones primitivas de *Elephantopus* que quedaron en esa isla no pudieran reproducirse ni intercambiar genes, acumulando diferencias y provocando la aparición de dos especies nuevas.

3. Comparando las aletas delanteras de un delfín y el ala de un murciélago, así como las extremidades anteriores de un topo (mamífero) y un grillo topo (insecto), ambas con forma de pala excavadora, podemos decir que:

- a) El delfín y el murciélago presentan órganos análogos y el topo y el grillo topo órganos homólogos
- b) El delfín y el murciélago tienen órganos homólogos y el topo y el grillo topo órganos análogos
- c) El delfín y el murciélago han sufrido una convergencia adaptativa
- d) El topo y el grillo topo han sufrido una divergencia adaptativa
- e) Son ciertas c) y d)

Solución: b

Una de las pruebas que apoyan el hecho evolutivo es la relación de parentesco entre especies basada en la anatomía. Son órganos análogos los que tienen anatomía y función similar pero una estructura interna diferente, es el caso del topo (mamífero) y el grillo topo (insecto), la forma de pala de sus extremidades refleja una adaptación funcional al medio en el que viven, presentando una convergencia adaptativa. Son órganos homólogos los que tienen semejanza en su anatomía interna, aunque se diferencien en su forma y desempeñen funciones distintas, es el caso de las aletas delanteras del delfín y el ala del murciélago; su forma y función son distintas pero la anatomía interna, aunque con ligeras modificaciones, presenta una misma estructura (húmero, cúbito, carpo, metacarpo y falanges). Estos criterios de semejanza llevan a pensar que existen relaciones de parentesco evolutivo entre especies que presentan órganos homólogos, y son un indicio de que tuvieron un antepasado común a partir del cual se adaptaron a medios diferentes, produciéndose en este caso una divergencia adaptativa.

4. De las siguientes reacciones metabólicas, elige la/s reacción/es catabólica/s:

- a) Glucosa + Fructosa → Sacarosa
- b) Aminoácidos + Energía → Proteínas
- c) Glucosa + 6 O₂ → 6 CO₂ + 6 H₂O + Energía
- d) 6 CO₂ + 6 H₂O + Energía → Glucosa + 6 O₂
- e) b) y d) son catabólicas

Solución: c

El metabolismo es el conjunto de reacciones químicas que sufre la materia y la energía en el interior celular controlado por proteínas denominados enzimas. Se distinguen dos tipos: **catabolismo**, reacciones mediante las cuales las células degradan moléculas complejas a sencillas, liberando energía que utilizará la propia célula; y **anabolismo**, reacciones mediante las cuales las células fabrican sus propios componentes o sustancias, esta síntesis se caracteriza por el consumo de energía. De todas las reacciones propuestas la única que libera energía y, por tanto, es catabólica, es la c), todas las demás son anabólicas, puesto que para obtener el producto final es necesario el aporte de energía. En la solución a) se sintetiza un disacárido a partir de monosacáridos, quedando claro que es un proceso de síntesis o anabólico.

5. ¿Cómo serán los descendientes de una gallina blanca y un gallo negro, ambos homocigóticos, si hay codominancia?

- a) 100 % blancos
- b) 100 % negros
- c) 50 % blancos y 50 % negros
- d) 100 % moteados (blancos y negros)
- e) 25 % negros, 25 % blancos, 50 % moteados (blancos y negros)

Solución: d

Algunos caracteres heredables no presentan relación de dominancia uno sobre el otro, ya que los dos alelos son equipotentes o codominantes, es decir, que se expresan por igual en el híbrido. Esta es la causa por la que el fenotipo del híbrido o heterocigoto muestra ambos fenotipos parentales. En este caso, el 100 por cien de la F1 será uniforme, igual que en la herencia dominante, pero con la característica particular de que los híbridos presentarán un fenotipo en el que se manifiestan los dos alelos, siendo por ello «moteados» (blancos y negros). Dicho de otra forma, si se supone que la variedad homocigótica blanca está formada por los alelos B₁B₁, porque el alelo B₁ codifica para que se sintetice ese color, y el homocigoto B₂B₂ es el negro, porque el alelo B₂ se expresa y codifica para la síntesis del negro, entonces el heterocigoto B₁B₂ tiene ambos colores, negro y blanco, ya que los dos alelos se expresan al existir codominancia, es decir, ninguno de ellos domina sobre el otro.

6. Últimamente los alimentos transgénicos que se venden deben hacer constar en la etiqueta esta condición. Dichos alimentos son aquellos que:

- a) Se obtienen mediante técnicas de clonación
- b) Proceden del uso de técnicas en las que se emplean células madre
- c) Contienen sustancias prebióticas
- d) Portan genes de otro ser vivo
- e) Poseen proteínas llamadas priones

Solución: d

La genética ha desarrollado una gran variedad de técnicas denominadas «tecnología del ADN recombinante», «ingeniería genética» o «biotecnología», que permiten la manipulación y modificación de las características genéticas de los individuos añadiendo, eliminando o modificando de manera controlada alguno de sus genes; así, el nuevo gen se transmite a la descendencia como uno más de los que posee el sujeto. Los organismos transgénicos contienen material genético de otros seres, dichos genes tienen una acción específica (protección contra plagas, mejora en las características de los frutos, resistencia a enfermedades, crecimiento más rápido, etc.). El resto de las opciones nada tiene que ver con nuestro planteamiento, ya que las técnicas de clonación consisten en obtener seres idénticos a su progenitor a partir de algunas de sus células, los priones son proteínas, concretamente glucoproteínas, que actúan como agentes infecciosos y producen alteraciones neurodegenerativas contagiosas en diversas especies animales, un ejemplo de este tipo es la causante de la «enfermedad de las vacas locas». Por otro lado, las células madre son totipotentes, y dicha característica les permite generar cualquier célula del individuo, por ello, las técnicas en las que se emplean son generalmente producción de tejidos para trasplantes. En cuanto a las sustancias prebióticas, son ingredientes alimentarios no digeribles que sirven de alimento, entre otras, a las bacterias beneficiosas de la flora intestinal.

7. En ecología es muy utilizado el concepto de nicho ecológico, el cual hace referencia al «oficio» que desempeña una especie en un ecosistema, y además es:

- a) La capacidad que tiene una especie para vivir en un medio
- b) La zona de interacción de la superficie rocosa de la Tierra con los agentes atmosféricos
- c) El conjunto de poblaciones de seres vivos que habitan un área común
- d) La relación entre dos especies que beneficia solo a una de ellas
- e) El conjunto de relaciones que establece una especie con las demás y con el medio

Solución: e

Las especies de un ecosistema que utilizan los mismos recursos (alimento, refugio, etc.) establecen entre ellas una relación de competencia, pudiéndose decir que tienen nichos ecológicos parecidos que se solapan total o parcialmente. Se define así nicho ecológico como el conjunto de relaciones que establece una especie con el medio ambiente y con las demás especies, siendo, por decirlo de alguna manera sencilla, la función u «oficio» que desempeña dentro del ecosistema. La capacidad que tienen las especies para vivir en un medio es la adaptación, siendo el resultado de un proceso evolutivo, y el conjunto de poblaciones

de seres vivos que habitan en un área común es una «comunidad biológica» o «biocenosis». Además, la relación que existe entre dos especies en la que se beneficia solo una, no resultando perjudicada la otra, se denomina «comensalismo», y la zona de interacción de la superficie rocosa con la atmósfera, la hidrosfera y los seres vivos es el suelo.

8. alguna de las características de las vitaminas es que no son combustibles metabólicos y que ejercen funciones específicas en el organismo. En concreto, sobre la vitamina C sabrás que:

- a) Es liposoluble y se encuentra en el hígado, la leche y el queso
- b) Es hidrosoluble y su ausencia origina el beri-beri
- c) Es hidrosoluble, también llamada ácido ascórbico, cuya ausencia origina el escorbuto
- d) Su fuente fundamental son las frutas y verduras y su carencia produce lesiones en la córnea
- e) Es la única que puede sintetizar nuestro organismo

Solución: c

Las vitaminas son sustancias orgánicas con una estructura muy variada que regulan muchas funciones corporales, nuestro organismo no puede sintetizarlas por lo que han de ser incorporadas a través de los alimentos. Se clasifican en dos grupos: liposolubles, se disuelven en grasas, son las vitaminas A, D, E y K; e hidrosolubles, se disuelven en agua, son las del grupo B y la vitamina C o ácido ascórbico, cuya fuente son los alimentos de origen vegetal, especialmente cítricos y verduras del grupo de las coles. Su falta produce el escorbuto, enfermedad que se caracteriza por la presencia de encías sangrantes, pérdida de dientes, hemorragias en capilares y aparición de infecciones. En cuanto al beri-beri es una enfermedad causada por la falta de vitamina B₁, pudiendo llegar a producir la degeneración de las neuronas (neuritis), afecciones del corazón y, en el caso de que la carencia sea pequeña, falta de memoria y depresión nerviosa.

9. La prueba del retrocruzamiento consiste en:

- a) Deducir el genotipo correspondiente a la variedad dominante mediante un cruzamiento determinado
- b) Realizar un árbol genealógico e ir hacia atrás para conocer el parentesco
- c) Deducir el fenotipo dominante a través de un árbol genealógico
- d) Deducir el genotipo recesivo a través de dos cruzamientos con individuos dominantes
- e) Buscar el grado de parentesco génico existente entre dos individuos

Solución: a

En la herencia de caracteres dominantes puede surgir un problema, saber si el fenotipo dominante corresponde a un individuo homocigótico (AA) o se trata de un individuo heterocigótico (Aa). Por medio de la prueba del retrocruzamiento, es decir, mediante cruzamientos seleccionados con el genotipo recesivo (aa), se puede deducir el genotipo correspondiente a la variedad dominante analizando la descendencia.

Un ejemplo sencillo, y de fácil comprensión, es realizar esta prueba con los famosos «guisantes de Mendel», es sabido que el color verde posee el genotipo recesivo (aa) y que el color amarillo es dominante, pero no si la semilla amarilla es homocigótica (AA) o heterocigótica (Aa). Para saberlo se realizaría un cruzamiento entre ambas variedades (amarilla y verde), contando los fenotipos en la descendencia de una población lo suficientemente numerosa para que los resultados sean significativos. Puede ocurrir que tras el cruzamiento amarillo con verde (aa), se obtenga una descendencia formada en su totalidad por guisantes amarillos, en este caso, puede confirmarse que la variedad parental es homocigótica (AA).

P:	AA	×	aa
Gametos	A	×	a
		↓	
F1:	Aa 100%		amarillos

O por el contrario, si tras el cruzamiento amarillo con verde (aa) se obtiene una descendencia formada por la mitad de guisantes amarillos y la otra mitad por guisantes verdes, se deduce que el genotipo de la semilla amarilla parental es heterocigótico (Aa).

P:	Aa	×	aa
Gametos	A (1/2) y a (1/2)	×	a
		↓	
F1:	Aa 50% amarillos		aa 50% verdes

10. Una molécula de glucosa cuyo destino es una célula renal, podría seguir, entre otros, el siguiente recorrido para llegar a ella:

- a) Glomérulo → cápsula de Bowman → túbulo colector → uréter → célula
- b) Arteria renal → glomérulo → túbulo colector → cápsula de Bowman → célula
- c) Vena renal → capilares venosos → capilares arteriales → célula
- d) Arteriola renal → cápsula de Bowman → túbulo contorneado → capilares → célula
- e) Vénula renal → glomérulo → túbulo colector → túbulo contorneado → célula

Solución: d

Para solucionar esta cuestión se debe saber qué vasos sanguíneos llegan al riñón y la estructura del mismo. El riñón está formado por nefronas, unidades de filtración independientes, cada una de ellas consta de una estructura en forma de cáliz (cápsula de Bowman) que encierra numerosos capilares sanguíneos (glomérulo), se continúa por el túbulo contorneado, el cuál se encuentra dividido en tres regiones: túbulo proximal, asa de Henle y túbulo distal; por último, los túbulos distales de varias nefronas se unen formando

el tubo colector. La arteria renal llega al riñón dividiéndose en arteriolas renales, que a su vez se dividen en dos redes de capilares, una forma el glomérulo contenido en la cápsula de Bowman, donde se produce la filtración del plasma sanguíneo, y la otra envuelve al túbulo contorneado, donde se reabsorben sustancias que no deben eliminarse, finalmente la red capilar se reúne formando la vénula renal.

Al pasar la sangre por el glomérulo la presión provoca que las moléculas de menor tamaño pasen a través de los capilares hasta la cápsula de Bowman, el líquido filtrado tiene en su composición agua, glucosa, urea, aminoácidos, sales y otras pequeñas moléculas. Algunas de ellas son reabsorbidas a lo largo del túbulo contorneado para evitar la pérdida de nutrientes en la orina, como glucosa y aminoácidos, asimismo, según las necesidades del momento, se recupera gran parte del agua y de las sales minerales, manteniendo la homeostasis del individuo. En definitiva, todo lo que se haya reabsorbido pasará a los capilares sanguíneos que rodean al túbulo contorneado de la nefrona y de allí a la célula.

11. La teoría sintética se define como:

- a) La creación de distintos materiales de manera artificial con diferentes técnicas de laboratorio
- b) La aplicación de los métodos estadísticos, paleontológicos, bioquímicos y genéticos a la teoría de la evolución
- c) La síntesis de los conocimientos proporcionados por la biología, geología, química, física, matemáticas, sociología..., para preservar el medio ambiente
- d) La formación de una nueva cadena complementaria de ADN de síntesis nueva durante la mitosis
- e) La formación de las primeras biomoléculas como resultado de la unión o síntesis de varios bioelementos

Solución: b

La teoría sintética de la evolución o neodarwinismo surge en el siglo XX como consecuencia de la unión entre la selección natural darwiniana y la genética mendeliana, que junto a los avances en genética de poblaciones desarrolla la idea de que la evolución no es un fenómeno individual sino poblacional. Además, los numerosos datos que aportan los descubrimientos paleontológicos (la obra de Charles Lyell *Principios de Geología*) y los grandes avances de otras ciencias, como la bioquímica, permiten conocer mejor los mecanismos de la evolución. Las aportaciones de todas estas disciplinas contribuyen a que Dobzhansky enuncie en su libro *Genética y el origen de las especies* la teoría sintética, según la cual, el ADN lleva información hereditaria y puede mutar dando lugar a una variabilidad que a su vez origina nuevos fenotipos sobre los que actuará la selección natural. La mutación producida es independiente de que el cambio sea para mejor o peor, aquellos fenotipos que aporten mayor número de descendientes presentarán mayor adaptación al medio en el que viven.

12. Un niño padece paperas, enfermedad vírica que genera inmunidad permanente, cinco años después entra en contacto con un enfermo de paperas. Si tras este segundo contacto se realiza un análisis sanguíneo dicho individuo presentará principalmente un elevado número de:

- a) Neutrófilos
- b) Linfocitos
- c) Eritrocitos
- d) Eosinófilos
- e) Basófilos

Solución: b

Los glóbulos blancos o leucocitos son células sanguíneas encargadas de la defensa ante los agentes infecciosos que pueden penetrar en nuestro organismo. Se clasifican en: **granulocitos** (neutrófilos, eosinófilos y basófilos) son los más numerosos y tienen capacidad de traspasar los capilares sanguíneos fagocitando al agente infeccioso y destruyéndolo; **agranulocitos** (monocitos y linfocitos), los primeros al salir de los capilares aumentan su tamaño y se diferencian en macrófagos con capacidad fagocítica, mientras que los segundos son los encargados de la respuesta inmunitaria específica. Esta se caracteriza porque durante un primer contacto con los patógenos los linfocitos producen anticuerpos para bloquearlos, además, algunos de ellos adquieren memoria, de tal forma que si se vuelven a encontrar con el agente infeccioso, como es el caso que se plantea, los linfocitos de memoria desencadenarán una respuesta mucho más rápida y eficaz que la primera vez, por lo que en el análisis de sangre habrá un gran número de estas células.

13. Los ecosistemas son sistemas que cumplen las leyes termodinámicas, entre ellas el principio de conservación de la energía: la energía ni se crea ni se destruye, solo se transforma. Teniendo en cuenta este principio, cuál de las siguientes transformaciones energéticas ocurre en los ecosistemas:

- a) Energía luminosa → energía calorífica → energía química
- b) Energía luminosa → energía química → energía calorífica
- c) Energía calorífica → energía luminosa → energía química
- d) Energía luminosa → energía química → energía cinética
- e) Las respuestas b) y d) son correctas

Solución: e

En los ecosistemas la materia sigue un ciclo cerrado y la energía, por el contrario, abierto, pero como bien dice el principio de conservación de la energía esta ni se crea ni se destruye solo se transforma. Así, la energía luminosa que reciben los seres autótrofos fotosintéticos es transformada en energía química, que no es aprovechada en su totalidad sino que parte de ella se pierde en forma de calor y otra es utilizada para la realización de funciones vitales. De la misma manera, los organismos que se alimentan de seres autótrofos no aprovechan en su totalidad la energía química, ya que una parte se pierde en forma de calor y otra tiene diversos usos, como su transformación en energía cinética que permite el movimiento. Es decir, la energía circula de unos niveles a otros de forma lineal, comenzando en el Sol y terminando en forma de calor que se disipa, pues la energía calorífica es de baja calidad y no puede

transformarse en ninguna otra, siendo incorrectas las respuestas a) y c). Por tanto, solo una parte de la energía acumulada por organismos autótrofos es transformada por heterótrofos, que se alimentan de ellos, y lo mismo ocurre entre cada una de las transferencias de un nivel trófico a otro.

14. Los virus son parásitos obligados de las células, a las que infectan y destruyen; es cierto que:

- a) Infectan solo a animales y a la especie humana, reproduciéndose activamente
- b) Siempre se reproducen activamente y provocan la muerte celular en todo tipo de seres vivos
- c) En algunos casos permanecen en las células sin producir efectos negativos
- d) Infectan a plantas, animales y bacterias, de modo que los que parasitan a un tipo de células no afectan a otro
- e) Son verdaderas c) y d)

Solución: e

Efectivamente, en algunos casos los virus pueden permanecer en las células mucho tiempo sin producir efectos negativos, es decir, se encuentran en «estado latente». Los virus infectan a todos los seres vivos, los hay especializados en parasitar a humanos u otros animales, a plantas y a bacterias. La mayor parte de ellos presentan una especificidad muy alta –afectan a una especie y solo a esa, por ejemplo el virus del mosaico del tabaco sólo infecta a las plantas de tabaco–, aunque a veces el virus puede mutar permitiéndole pasar de una especie a otra.

15. Una mujer, de grupo sanguíneo A, demanda la paternidad de su segundo hijo, cuyo grupo sanguíneo es 0, a un hombre con el que anteriormente tuvo otro hijo:

- a) Si el primer hijo es del grupo B, el segundo no puede ser hijo del mismo padre
- b) Si el primer hijo es del grupo A, el segundo no puede ser hijo del mismo padre
- c) Si el primer hijo es del grupo AB, el segundo no puede ser hijo del mismo padre
- d) Solo en el caso de que el primer hijo sea del grupo 0, el segundo podría ser hijo del mismo padre
- e) Sea cual sea el grupo sanguíneo del primer hijo, el segundo puede ser hijo del mismo padre

Solución: e

La herencia autosómica del sistema de grupos sanguíneos AB0 está regulado por tres alelos, A, B y 0, de los cuales A y B son codominantes o equipotentes entre sí ($A = B$), pero ambos dominan sobre el tercer alelo 0, el cual es recesivo ($A = B > 0$). El hijo por el que demanda la paternidad es del grupo sanguíneo 0 y como el alelo 0 es recesivo su genotipo es 00, lo que quiere decir que uno de los alelos 0 proviene de la madre y el otro del padre. Da igual qué grupo sanguíneo tenga el otro hijo, la madre en este caso es heterocigótica (A0) y el padre debe portar al menos un alelo 0; luego podrían darse los siguientes casos:

1.º Que el padre fuese heterocigótico (A0), el primer hijo podría ser del grupo A (A0 o AA) o del grupo 0 como el segundo

Madre A0	×	Padre A0
↓		↓
Gametos 1/2 A y 1/2 0	×	1/2 A y 1/2 0
	↓	
Genotipo hijos	A0 o AA	o 00
	↘ ↙	
Fenotipo hijos	A	o 0

2.º Que el padre fuese heterocigótico (B0); caso en el que el primer hijo podría ser del grupo A, B, AB o incluso 0, igual que el segundo hijo.

Madre A0	×	Padre B0
↓		↓
Gametos 1/2 A y 1/2 0	×	1/2 B y 1/2 0
	↓	
Genotipo hijos	A0 o AB	o B0 o 00
	↓ ↓	↓ ↓
Fenotipo hijos	A o AB	o B o 0

3.º También podría darse el caso de que el padre fuese homocigótico (00), por lo que el primer hijo podría ser del grupo A o 0 como el segundo hijo.

Madre A0	×	Padre 00
↓		↓
Gametos 1/2 A y 1/2 0	×	0
	↓	
Genotipo hijos	A0 o 00	
	↓ ↓	
Fenotipo hijos	A o 0	

16. De entre las siguientes frases referidas a la circulación sanguínea elige la verdadera:

- a) Los vasos sanguíneos que salen del cerebro son venas y los que entran arterias
- b) Todas las arterias transportan sangre rica en oxígeno y todas las venas pobre en oxígeno
- c) La sangre cuando sale del corazón pasa del ventrículo izquierdo a la arteria pulmonar
- d) La aorta sale de la aurícula izquierda
- e) La válvula que separa las aurículas es la tricúspide

Solución: a

Para encontrar la respuesta correcta hay que considerar las siguientes cuestiones: las arterias, como la aorta, son vasos de salida de la sangre desde los ventrículos del corazón hacia los órganos, mientras que las venas la devuelven desde estos a las aurículas; el corazón se encuentra dividido longitudinalmente por un tabique, y en cada lado hay dos cavidades, las superiores son aurículas y las inferiores ventrículos. La comunicación entre ellos es por medio de válvulas: tricúspide, entre aurícula y ventrículo derechos, y mitral, entre aurícula y ventrículo izquierdos, es decir, no se comunican las aurículas entre sí como tampoco los ventrículos. Además, no hay mezcla de sangre oxigenada con sangre desoxigenada, pues la rica en oxígeno circula por el lado izquierdo y la pobre por el derecho.

La circulación sanguínea es doble: la pulmonar o menor (entre corazón y pulmones) realiza el intercambio de los gases respiratorios con el exterior; el ventrículo derecho envía sangre desoxigenada a la arteria pulmonar (no todas las arterias llevan sangre rica en oxígeno) que llega a los pulmones produciendo el intercambio gaseoso; posteriormente, la sangre oxigenada entra a la aurícula izquierda del corazón por las venas pulmonares. La circulación sistémica o mayor (entre el corazón y el resto del cuerpo) lleva sangre oxigenada a los órganos, desde la aurícula izquierda pasa al ventrículo izquierdo y de este a la arteria aorta, que se va ramificando y entra en los distintos órganos; por último, salen de estas venas que van de regreso hacia el corazón.

17. Las vacuolas son estructuras parecidas a bolsas rodeadas de una membrana que sirven para almacenar agua, nutrientes o desechos. Siendo en:

- a) Células animales grandes, y en células vegetales numerosas encontrándose en ocasiones alguna muy grande
- b) Células animales grandes y escasas, mientras que en células vegetales solo hay una de gran tamaño
- c) Células animales inexistentes, y en células vegetales pequeñas y escasas
- d) Células animales mucho menos desarrolladas que en células vegetales
- e) Ambos tipos de células del mismo número y tamaño

Solución: d

Las vacuolas son estructuras celulares con membrana que desempeñan funciones diversas, como son la regulación osmótica, la digestión de macromoléculas y el almacenamiento de nutrientes y sustancias de desecho. El sistema de vacuolas está mucho más desarrollado en los vegetales que en los animales. En la mayoría de las células vegetales adultas es característico encontrar una única vacuola de gran tamaño que ocupa casi todo el citoplasma, mientras que en las jóvenes se encuentran numerosas alrededor del núcleo. Por el contrario, en las células animales son generalmente pequeñas y escasas.

18. La entrada y salida de materia en las células está controlada por la membrana plasmática, y se realiza por:

- a) Ósmosis para el agua y transporte activo para los demás tipos de moléculas
- b) Endocitosis y exocitosis para moléculas grandes que se engloban en vesículas
- c) Ósmosis, difusión y transporte activo
- d) Las respuestas a) y b) son correctas
- e) Las respuestas b) y c) son correctas

Solución: e

La membrana celular posee una permeabilidad selectiva, es decir, permite el paso de unas sustancias e impide el de otras, por lo que se trata de una membrana semipermeable, debido a esta característica, el intercambio de sustancias se realiza por distintos procesos. **Transporte pasivo**, sin consumo de energía, que puede hacerse por difusión: mediante la que las sustancias circulan del lado de mayor concentración al de menor, así ocurre con el O_2 y el CO_2 , ya que son moléculas pequeñas y apolares o por ósmosis: paso del agua a través

de la membrana desde donde existe menor concentración hacia el lado de mayor concentración; proceso que regula el equilibrio entre las concentraciones del interior y exterior de la célula. **Transporte activo**, con gasto de energía, lo efectúan moléculas pequeñas que atraviesan la membrana en contra de su gradiente de concentración –de la zona de menor concentración a la de mayor–, siendo necesario en este caso de la participación de unas proteínas transportadoras que se encuentran en la membrana. **Endocitosis** y **exocitosis**, en ambos procesos se movilizan moléculas grandes o partículas con gasto de energía; si es hacia el interior de la célula se denomina endocitosis, mientras que la salida hacia el exterior se denomina exocitosis. Estas sustancias se engloban en orgánulos pequeños, de aspecto redondeado y con una sola membrana, denominados vesículas.

19. Los restos más antiguos de homínidos hallados en Atapuerca pertenecen a:

- a) *Australopithecus anamensis* y *Homo excelsior*
- b) *Homo neanderthalensis* y *Homo erectus*
- c) *Australopithecus robustus* y *Homo ergaster*
- d) *Homo antecessor* y *Homo heidelbergensis*
- e) *Homo ergaster* y *Homo habilis*

Solución: d

Aunque la evolución del género *Homo* suscita controversias, África se considera la cuna de la humanidad y *Ardipithecus ramidus* el primer homínido que se separó evolutivamente de los grandes simios antropomorfos, dando lugar a un nuevo género denominado *Australopithecus*. Precisamente, una línea de australopitecinos se diversificó originando los primeros individuos del género *Homo*: *H. habilis*, parecido en tamaño a los *Australopithecus*, y *H. ergaster*. Un grupo de estos últimos pudo migrar hacia Asia (isla de Java) dando lugar al *H. erectus*, especie que sin embargo acabaría por extinguirse, mientras que la población de *H. ergaster* que quedó en África evolucionó hacia *H. antecessor*. Por un lado, *H. antecessor* se volvió a diversificar emigrando hacia Asia central, Oriente Próximo y Europa hace unos 800 000 años y a partir del mismo apareció el *H. heidelbergensis**, 500 000-220 000 años (ambos restos se han hallado en Atapuerca), y a su vez de estos últimos surgiría *H. neanderthalensis*. Por otro lado, el grupo de *H. antecessor* que quedó en África dio lugar, hace unos 600 000 años, al *H. sapiens*, el cual emigró nuevamente y se expandió por todo el mundo, llegando a Europa (los llamados cromañones) hace unos 40 000 años, y seguramente coexistió con los neandertales hasta que estos se extinguieron.

* Considerando la datación clásica, ya que se están haciendo nuevas dataciones continuamente.

20. ¿Cuál/es de las siguientes afirmaciones sobre el sistema hormonal son verdaderas?

- a) Mantiene el equilibrio del medio interno pero no interviene en la homeostasis
- b) Las glándulas endocrinas son controladas por el sistema nervioso
- c) Actúa de forma inmediata con respuestas instantáneas
- d) Son ciertas las respuestas a) y b)
- e) Son ciertas las respuestas a) y c)

Solución: b

El sistema hormonal o endocrino está formado por células que segregan sustancias llamadas hormonas que son vertidas directamente a la sangre. Cuando estas células se agrupan forman glándulas endocrinas, las cuales son controladas a su vez por el sistema nervioso. Así como el sistema nervioso actúa de forma inmediata, el endocrino lo hace de forma más lenta pero continuada. Uno y otro coordinan la actividad corporal e intervienen en el mantenimiento del equilibrio en el medio interno; es decir, en la homeostasis [del griego: *homeo-* (ομοιο), «semejante», «parecido», y de *-stasis* (στασις), «posición», «estabilidad»], regulando la concentración de muchas sustancias en los fluidos orgánicos, como es el caso de la concentración de glucosa en sangre, el equilibrio ácido-base y el balance hídrico.

21. Entendemos por desarrollo sostenible:

- a) Aquello que la humanidad obtiene de la naturaleza para cubrir sus necesidades básicas
- b) La acción o efecto de introducir materias o formas de energía y desarrollar condiciones favorables en el medio ambiente
- c) La degradación sostenida o gradual del suelo por pérdida de materia orgánica
- d) Satisfacer las necesidades actuales sin poner en peligro las necesidades futuras
- e) Las respuestas a) y c) son correctas

Solución: d

Desde inicios del siglo XIX, debido a la explosión demográfica, la Humanidad tiende a sobreexplotar los recursos naturales con actividades que provocan la degradación y ruptura del equilibrio de los ecosistemas, creando una serie de problemas ambientales que en muchos casos lleva al agotamiento de los recursos. Ante esta situación, en la Cumbre de Río de Janeiro y en el Informe de la Comisión Mundial para el Medio Ambiente de 1987 se enunció la idea de «desarrollo sostenible», surgiendo la posibilidad de crear una sociedad que prestase atención a las necesidades del presente sin causar deterioros en el medio ambiente. En concreto, la primera ministra noruega Gro Harlem Brundtland definió dicho término en el Informe «Nuestro Futuro Común» como: «el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades». En la actualidad, el término ha evolucionado hasta considerar que la sostenibilidad se ha de lograr a tres niveles: económico, que permita el crecimiento industrial, agrícola...; ecológico, que conserve la integridad de los ecosistemas y la biodiversidad y social, que persigue la igualdad laboral, la salud y el trato digno a las personas.

22. La combustión de un gramo de proteínas libera aproximadamente:

- a) 9 kcal, como los lípidos
- b) 4 kcal, igual que los glúcidos y como ellos son fuente principal de energía

- c) 4 kcal, como los glúcidos, y solo en determinadas ocasiones se utilizan para aportar energía
- d) 120 kcal, igual que las grasas
- e) Todas las anteriores son falsas

Solución: c

Las proteínas son biomoléculas que proporcionan aminoácidos como nutrientes, forman parte de la estructura celular, tejidos y órganos, actúan como enzimas, hormonas, defensa en caso de infecciones, etc. También proporcionan energía en casos de inanición prolongada, puesto que no son una fuente habitual de energía, y su valor nutritivo depende del número de aminoácidos esenciales que contengan, las de origen animal poseen mayor número de los citados aminoácidos que las de procedencia vegetal. Al igual que los glúcidos, cada gramo de la citada biomolécula libera 4 kcal y son estos últimos los nutrientes energéticos inmediatos y fuente principal de energía. Por otro lado, los lípidos suministran 9 kcal/g, siendo los más energéticos, y constituyen un almacén de energía para el organismo.

23. Una alimentación equilibrada requiere aproximadamente la ingesta de un 65 por ciento de hidratos de carbono. Los cuales se pueden clasificar como:

- a) Bioelementos primarios y secundarios
- b) Biomoléculas orgánicas e inorgánicas
- c) Monoaminoácidos, dipéptidos y polipéptidos
- d) Monoazúcares y poliazúcares
- e) Monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos

Solución: e

Los hidratos de carbono o glúcidos son biomoléculas orgánicas formadas básicamente por los bioelementos carbono, hidrógeno y oxígeno; se clasifican en los siguientes grupos: **monosacáridos**, los más sencillos, entre ellos se incluye la glucosa que aporta la mayor parte de la energía que necesitan las células; **oligosacáridos**, compuestos por la unión de dos a diez monosacáridos, destacan los disacáridos sacarosa y lactosa; **polisacáridos**, son los más complejos, formados por más de diez monosacáridos, pudiendo incluso llegar a tener miles de monómeros, en este grupo se encuentra el glucógeno en células animales, así como el almidón y la celulosa en vegetales.

24. En la respuesta inmune específica participan:

- a) Entre otras células, los linfocitos B produciendo anticuerpos
- b) La piel y las mucosas que revisten los orificios naturales del cuerpo
- c) Las lágrimas, la saliva, el cerumen del oído y los macrófagos
- d) No lo hacen células, y el mecanismo principal es la inflamación y la fiebre
- e) La b) y la d) son verdaderas

Solución: a

Nuestro organismo dispone de barreras externas, como piel, mucosas y secreciones, que evitan la entrada de agentes patógenos, como bacterias y virus; no obstante, si los microorganismos consiguen penetrar se pone en funcionamiento el sistema inmune. Los leucocitos son las células primordiales en la respuesta inmunológica, ya que son capaces de detectar y reconocer a los microorganismos como «invasores» por las pequeñas moléculas que presentan en su superficie denominadas «antígenos», reproduciéndose rápidamente y produciendo «anticuerpos» capaces de destruirlos. Estos son proteínas elaboradas por los linfocitos B que pueden permanecer unidos a su membrana o circular por el plasma. Los anticuerpos actúan uniéndose específicamente a un antígeno y con posterioridad actúan otros leucocitos, llamados neutrófilos, que son capaces de fagocitar y digerir al patógeno. En nuestro organismo existen millones de anticuerpos distintos, lo que permite que tras padecer una enfermedad, ya esté preparado para responder rápidamente contra el mismo agente infeccioso en caso de que entre nuevamente en contacto con él, de manera que dicha enfermedad no vuelva a manifestarse. Este motivo es por lo que se dice que el organismo es inmune a ese virus, bacteria, etc., es decir; que además de especificidad el sistema inmunitario tiene «memoria».

25. En los ecosistemas se dan relaciones de ganancia-pérdida entre seres vivos. Considerando que el signo + representa ganancia para una especie, el - la pérdida y el 0 la indiferencia, ¿cuál de las siguientes relaciones es cierta?:

- a) +/-, relación intraespecífica depredador-presa
- b) +/-, relación intraespecífica de competencia
- c) 0/0, relación interespecífica de neutralismo
- d) -/+, relación intraespecífica de parasitismo
- e) -/0, relación interespecífica de competencia

Solución: c

Conociendo que la relación entre individuos de la misma especie se denomina relación intraespecífica y que dentro de este tipo se dan las de competencia y relación de cooperación, es decir agrupaciones de individuos (colonias, familias, sociedades, gregarismo) cuyo objetivo final es la supervivencia de la especie, de las mencionadas no son intraespecíficas la a) ni la d). Por otro lado, la relación entre individuos de distinta especie se denomina relación interespecífica, dentro de este tipo se encuentran la relación de competencia interespecífica, la depredación, el parasitismo, el mutualismo y el comensalismo, entre otras. Sabiendo que una comunidad está formada por diferentes poblaciones que ocupan un espacio vital común, y que cada especie puede provocar sobre las demás un efecto positivo, negativo o nulo, se puede deducir con todos estos datos que las opciones e) y b) de competencia interespecífica e intraespecífica respectivamente, no son correctas; ya que ambas son una relación negativa, (-/-) para las dos especies (en el caso de la primera) y para los dos individuos de la misma especie (en el caso de la segunda), pues ambas especies o individuos luchan por el mismo territorio, recursos, etc. La respuesta correcta es la c), tratándose en este caso de dos especies distintas que no provocan ningún efecto la una sobre la otra, es decir, existe indiferencia.

II OLIMPIADA BIOLOGÍA (Preguntas cortas)

1. Indica a qué nivel de organización estructural de la materia pertenecen:

- a) Neurona b) Lisosoma c) Sales minerales d) Pulmón e) Piel

Solución:

- a) Nivel celular
b) Nivel de orgánulo celular
c) Nivel molecular (biomolécula inorgánica)
d) Nivel de órgano
e) Nivel de órgano (formado por tres tejidos: epidermis –tejido epitelial–, dermis –tejido conjuntivo– e hipodermis –tejido adiposo–).
* Ya que en ocasiones en niveles de la ESO no se profundiza tanto, también se consideró como válida la respuesta de Nivel tisular*.

2. Escribe la molécula de ADN de la cual se obtuvo por un proceso de transcripción la siguiente cadena de ARN:

5' AUGCCCCGGCUCAUUACGUGA 3'

Solución:

Si se considera que en la cadena de ARN no aparece la timina (T) como base sino que es sustituida por el uracilo (U) como complementario de la adenina, y que según la complementariedad de bases nitrogenadas en el ADN, la base adenina nitrogenada aparea con timina (A-T) y citosina (C) lo hace con guanina (C-G), la molécula de ADN (doble cadena) de la que se obtuvo el ARN de la cuestión sería:

3' TACGGGGCCGAGTAATGCACT 5'
5' ATGCCCCGGCTCATTACGTGA 3'

3. En el recorrido de una molécula de CO₂ desde una célula del músculo de la pierna (cuádriceps femoral) hasta el exterior pasaría, entre otros, por las siguientes estructuras corporales; ordénalas:

- | | | | | |
|------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|------------------|
| Bronquios | Válvula tricúspide | Alveolo | Cava inferior | Fosas nasales |
| Vena femoral | Tráquea | Laringe | Ventrículo derecho | Capilar pulmonar |
| Faringe | Exterior | Bronquiolos | Arteria pulmonar | Capilar femoral |
| Aurícula derecha | Epiglotis | Válvula sigmoidea pulmonar | | |

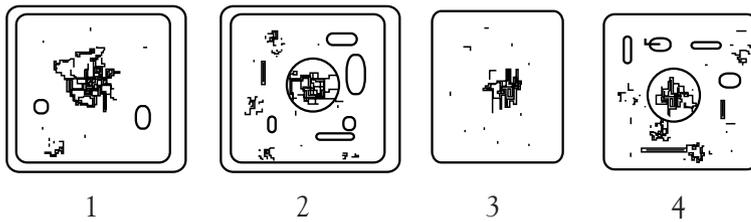
Solución:

- | | | |
|-----------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1. Célula femoral | 8. Válvula sigmoidea pulmonar | 15. Laringe |
| 2. Capilar femoral | 9. Arteria pulmonar | 16. Epiglotis |
| 3. Vena femoral | 10. Capilar pulmonar | 17. Faringe |
| 4. Cava inferior | 11. Alveolo | 18. Fosas nasales |
| 5. Aurícula derecha | 12. Bronquiolos | 19. Exterior |
| 6. Válvula tricúspide | 13. Bronquios | |
| 7. Ventrículo derecho | 14. Tráquea | |

4. Un alumno realiza cuatro dibujos después de observar al microscopio o en diapositivas las siguientes muestras:

- a) Epitelio de cebolla
- b) Virus
- c) Bacteria
- d) Piel humana

Relaciona cada muestra con su dibujo



Solución:

Con unas sencillas características de diferenciación entre células procariotas y células eucariotas se pueden distinguir las muestras, siendo el resultado:

- a) → 2 Epitelio de cebolla posee membrana celular, pared celular que envuelve a la anterior (típico de células vegetales) y membrana nuclear que envuelve al ADN.
- b) → 3 Virus, solo presenta cápsida proteica y ácido nucleico, el cual no está envuelto por ninguna membrana.
- c) → 1 Bacteria, tiene membrana y pared celular, carece de membrana nuclear que rodee al ADN, además presenta pocas estructuras en el citoplasma.
- d) → 4 Piel humana tiene membrana plasmática, membrana nuclear que envuelve el ADN y en el citoplasma orgánulos. Es muy similar al dibujo 2 pero se diferencia por la ausencia de pared típica de la célula vegetal.

5. Busca en la sopa de letras trece palabras relacionadas con la genética:

a c g m u t a c i o n a b s
 p m h a r h f a b z e m t c
 s e p c e g e n g a t o s o
 d n o i c e n d a q u s a b
 g d a g e n o t i p o o c a
 o e t o s o t e m a g m e v
 c l o t i m i r a d i o u t
 a i s o v a p e y n a r i a
 i a e j o f o l e l a c o e
 l t s i s o i e m q u e a p
 a z i p a i t s a o m u p a
 t h o m o c i g o t i c o g

Solución:

Las palabras aparecen en negrita y enmarcadas en la sopa de letras, siendo:

a	c	g	m	u	t	a	c	i	o	n	a	b	s
p	m	h	a	r	h	f	a	b	z	e	m	t	c
s	e	p	c	e	g	e	n	g	a	t	o	s	o
d	n	o	i	c	e	n	d	a	q	u	s	a	b
g	d	a	g	e	n	o	t	i	p	o	o	c	a
o	e	t	o	s	o	t	e	m	a	g	m	e	v
c	l	o	t	i	m	i	r	a	d	i	o	u	t
a	i	s	o	v	a	p	e	y	n	a	r	i	a
i	a	e	j	o	f	o	l	e	l	a	c	o	e
l	t	s	i	s	o	i	e	m	q	u	e	a	p
a	z	i	p	a	i	t	s	a	o	m	u	p	a
t	h	o	m	o	c	i	g	o	t	i	c	o	g

Palabras horizontales: mutación, gen, genotipo, gameto/s, alelo, meiosis, homocigótico.

Palabras verticales: Mendel, cigoto, recesivo, genoma, fenotipo, cromosoma

6. Identifica qué biomolécula se corresponde con cada frase:

- a) Forma parte de caparazones y huesos
- b) Cataliza las reacciones químicas
- c) Están formadas por la unión de aminoácidos
- d) Proporcionan al organismo la energía de 9 kcal/g
- e) Almacenan la información de un ser vivo

Solución:

- a) Sales minerales, biomoléculas inorgánicas; las insolubles en agua forman estructuras sólidas cuyas funciones son de sostén y protección –huesos y dientes de vertebrados y conchas y caparazones de muchos invertebrados.
- b) Enzimas: tipo de proteínas con función de acelerar las reacciones químicas del metabolismo celular. Es el grupo más numeroso y especializado, específicas de la reacción que catalizan y de los sustratos que intervienen en ellas.
- c) Proteínas: biomoléculas orgánicas formadas por la unión de distintos aminoácidos. Hay 20 aminoácidos proteicos por lo que las combinaciones que pueden realizarse con ellos da lugar a la existencia de una gran variedad de proteínas, todas ellas con funciones distintas.
- d) Lípidos: biomoléculas orgánicas con gran cantidad de funciones, entre otras, proporcionan energía, se puede decir que son combustibles metabólicos y que forman depósitos energéticos. Químicamente son muy diversos y se caracterizan por su escasa solubilidad en agua.
- e) Ácido nucleico: ADN «ácido desoxirribonucleico». Es en los filamentos largos y finos del ADN donde se almacena la información genética de los seres vivos, aunque está repartida en segmentos de ADN denominados genes, los cuales a su vez contienen la información necesaria para la síntesis de un polipéptido.

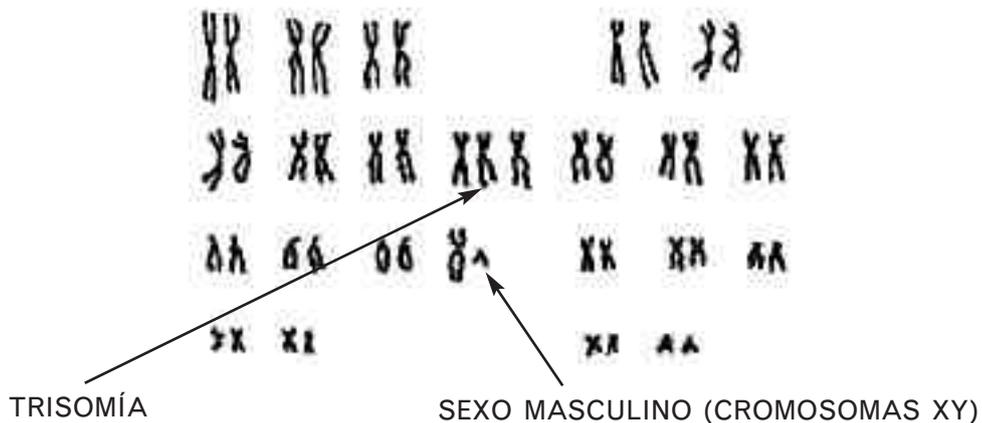
7. En la siguiente fotografía se observa un cariotipo humano:

- a) Razona si presenta alguna mutación genómica
- b) Señala el sexo que tendrá el individuo



Solución:

- a) Los pares de cromosomas homólogos ordenados en relación con su tamaño y forma se denomina cariotipo. En un cariotipo humano debe haber 46 cromosomas agrupados en parejas, la alteración de este número indicará la presencia de una mutación. En el cariotipo propuesto se puede ver claramente que existe una mutación genómica al variar a 47 el número de cromosomas; se trata de una trisomía ya que se observa un grupo de tres cromosomas homólogos. Este tipo de alteraciones suele producirse por fallos en la separación de los cromosomas homólogos durante la meiosis.
- b) La determinación del sexo en la especie humana se debe a la presencia de dos cromosomas sexuales, XX en mujeres y XY en hombres. El cromosoma Y es en relación al X de tamaño mucho más pequeño, pudiéndose ver esto claramente en uno de los pares de homólogos, por lo que se deduce que este cariotipo pertenece a un individuo de sexo masculino. A estos cromosomas que presentan diferencias morfológicas se les denomina heterocromosomas.



8. A partir del hundimiento, a quince metros de profundidad, de un galeón español procedente de la ruta de las Américas y que portaba en su bodega un cargamento de café, cacao, patatas y tomates. ¿Qué tipo de sucesión ecológica se presentará? ¿Por qué?:

Solución:

Se define el término de sucesión ecológica como el proceso de cambio en el tiempo que sufre un ecosistema, las sucesiones pueden ser: **primarias**, aquellas en las que no interviene el hombre, son naturales, se inician en un biotopo virgen, instalándose las especies pioneras sobre la roca e iniciando así su alteración para formar el suelo, de manera que permite la instalación sucesiva de nuevas especies que van sustituyendo a las anteriores, y **secundarias**, se producen tras una perturbación más o menos grave de una comunidad ya establecida, que provoca una alteración o incluso su desaparición. Aunque las sucesiones ocurren de forma natural, el ser humano puede inferir de alguna manera en la sucesión natural, acelerándola, frenándola, etc. En este caso, se trataría de una sucesión secundaria la que se presentará en el galeón, ya que a quince metros de profundidad en el mar, existe lógicamente una comunidad ya establecida previamente, siendo posible que se haya llegado a la comunidad clímax. El galeón hundido que, a parte de llevar un cargamento de productos alimenticios que son efímeros y no alterarán demasiado el medio, también puede llevar en su casco pegados organismos pioneros provenientes de América que pueden evolucionar hacia otra comunidad.

* Si el alumno ha considerado que este tipo de sucesión secundaria se da en el medio marítimo, es decir, que los organismos del barco han colonizado el medio y han de establecer una relación interespecífica de competencia con los allí existentes, también se ha dado por válida siempre y cuando dijese que era de tipo secundario*.

9. Completa y ordena las frases del siguiente texto referido a la mitosis celular:

Número En las células el huso acromático se forma a partir de los filamentos de una zona densa y clara llamada ya que no tienen

Número Durante la, el huso mitótico está completamente formado y los cromosomas con sus dos cromátidas son perfectamente visibles en el

Número En la finaliza la migración de las, reaparece el nucleolo y la membrana nuclear alrededor de la formando dos nuevos, desaparecen las fibras del

Número Por último, se produce la, el se divide en dos, en las células animales es por en la zona central, en las células vegetales se forma una de separación.

Número En la, las fibras del huso se acortan y tiran de las emigrando a un polo opuesto de la célula.

Número En la desaparece la membrana nuclear y el nucleolo, los se separan y forman el La cromatina aumenta su grado de enrollamiento formando los, que se hacen más cortos y gruesos y comienzan a individualizarse.

Solución:

Las palabras que completarían el texto y los números que ordenan las fases de la mitosis celular aparecen en **negrita**. Se ha mantenido el orden dado en el enunciado, no el del proceso.

Número **2**. En las células **vegetales** el huso acromático se forma a partir de los filamentos de una zona densa y clara llamada **casquete polar**, ya que no tienen **centrosoma/centríolos**.

Número **3**. Durante la **metafase**, el huso mitótico está completamente formado y los cromosomas con sus dos cromátidas son perfectamente visibles en el **plano ecuatorial**.

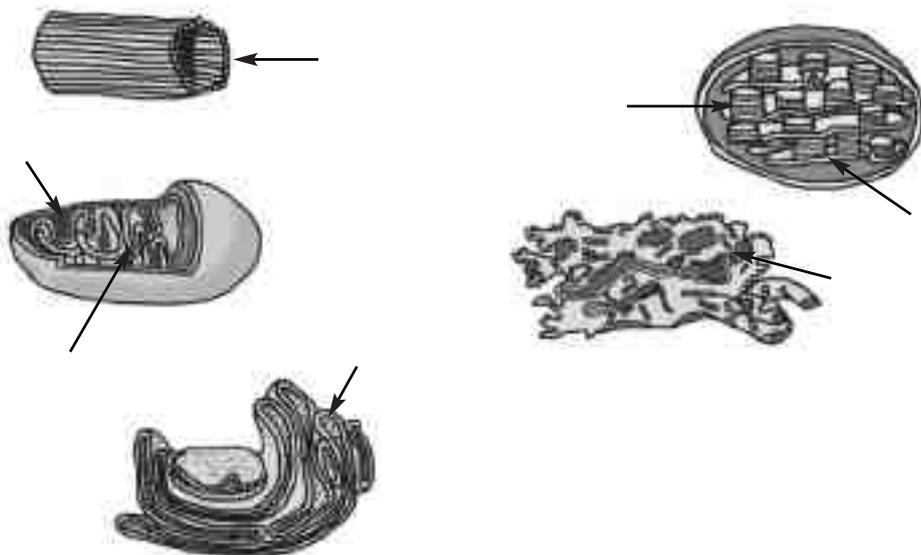
Número **5**. En la **telofase** finaliza la migración de las **cromátidas**, reaparece el nucleolo y la membrana nuclear alrededor de la **cromatina** formando dos nuevos **núcleos hijos**, desaparecen las fibras del **huso mitótico** o **huso acromático**.

Número **6**. Por último, se produce la **citocinesis**, el **citoplasma** se divide en dos, en las células animales es por **estrangulamiento** en la zona central; en las células vegetales se forma una **pared** de separación.

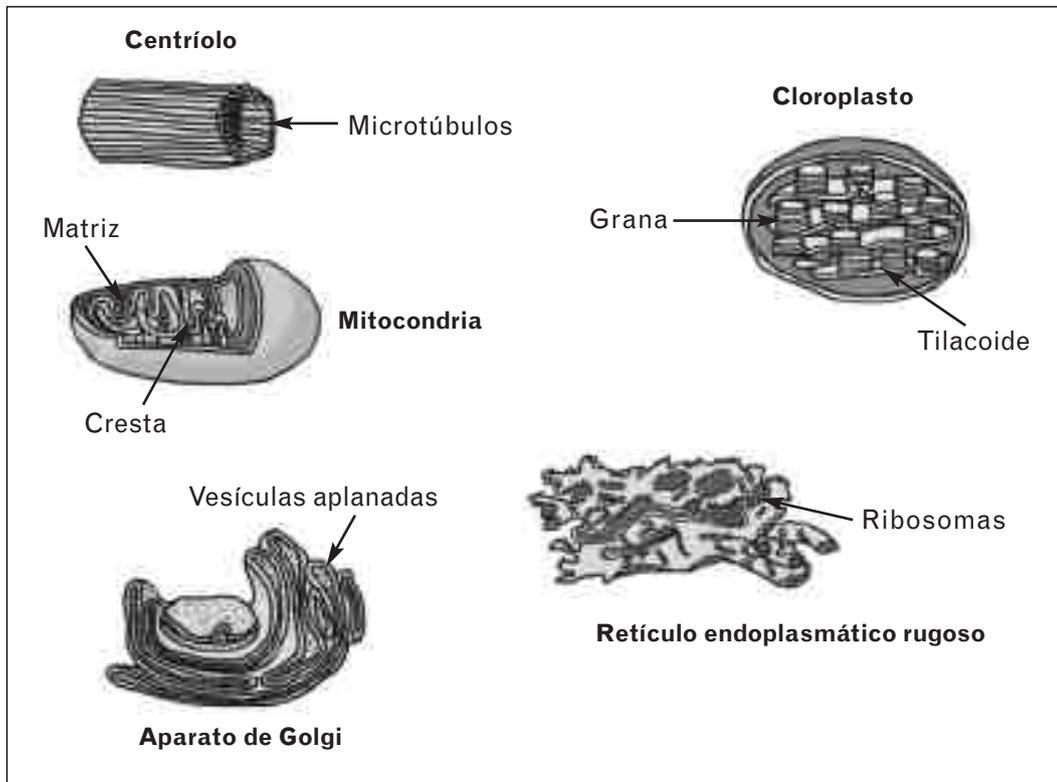
Número **4**. En la **anafase**, las fibras del huso se acortan y tiran de las **cromátidas** emigrando a un polo opuesto de la célula.

Número **1**. En la **profase** desaparece la membrana nuclear y el nucleolo, los **centríolos** se separan y forman el **huso acromático** o **huso mitótico**. La cromatina aumenta su grado de enrollamiento formando los **cromosomas**, que se hacen más cortos y gruesos y comienzan a individualizarse.

10. Escribe los nombres de los orgánulos que se muestran en el dibujo y de las partes que se indican en cada uno de ellos:



Solución:



SEGUNDA OLIMPIADA DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Cuestionario de la categoría Bachillerato

Madrid, 24 de mayo de 2004

II OLIMPIADA BIOLOGÍA

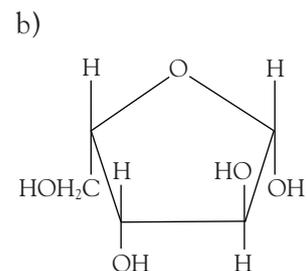
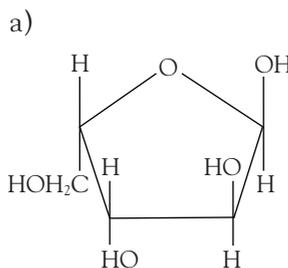
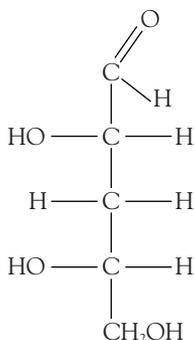
1. Las II Olimpiadas de Biología de la Comunidad de Madrid coinciden con el 50° aniversario del Nobel otorgado a Eccles, Hodgkin y Huxley por sus trabajos sobre los mecanismos iónicos involucrados en la excitación e inhibición de la membrana de la célula nerviosa. Sobre este mecanismo es cierto que:

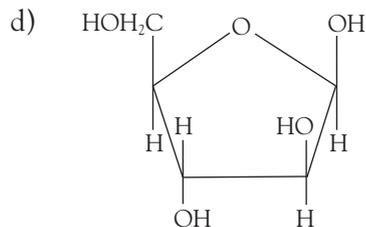
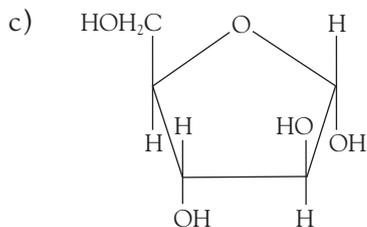
- a) La despolarización de la membrana neuronal se debe a la salida de K^+ al exterior celular, por lo que el interior queda cargado negativamente
- b) La despolarización de la membrana neuronal se debe al bloqueo de una proteína de membrana que bombea constantemente Na^+ y K^+ que, en condiciones de reposo, mantiene el interior positivo respecto al exterior
- c) La despolarización de la membrana neuronal se produce por la salida de Na^+ al exterior celular, por lo que el interior queda cargado negativamente
- d) La repolarización de la membrana neuronal se produce por la salida de K^+ , por lo que el interior queda cargado positivamente
- e) La repolarización de la membrana neuronal se debe al regreso del K^+ al interior celular y a la salida de Na^+ al exterior, por lo que el exterior queda cargado positivamente

Solución: e

En situación de reposo la membrana neuronal está polarizada (diferencia de potencial $V_o \approx -65$ mV) y presenta una distribución asimétrica de iones. El exterior celular es positivo y posee una alta concentración de Na^+ respecto al interior, que está cargado negativamente y contiene una alta concentración de iones K^+ ; a esta situación contribuye la actividad de la bomba Na^+/K^+ (proteína de membrana) y el hecho de que los canales de paso de Na^+ se mantengan cerrados. Las perturbaciones que alteran la permeabilidad de la membrana y provocan la apertura de los canales de Na^+ originan la despolarización (diferencia de potencial $V_o \approx +35$ mV), al entrar masivamente este ion a favor de gradiente electroquímico a la célula e invertir la distribución inicial de las cargas a ambos lados de la membrana. La subsiguiente salida de K^+ de la neurona hace que se recupere la distribución inicial de cargas, pero no la de iones. La repolarización, o recuperación de la situación de reposo, se consigue finalmente, mediante la actividad de la bomba Na^+/K^+ que impulsa, en contra de sus respectivos gradientes de concentración con el consiguiente gasto energético, la salida del ion Na^+ y la entrada del ion K^+ a la neurona.

2. La forma anomérica α de la siguiente L-aldopentosa es:





e) **Al ser un isómero L no presenta forma anomérica α**

Solución: a

Las estructuras cíclicas de cualquier monosacárido se formulan utilizando la proyección de Haworth: los $-OH$ situados a la derecha en la proyección lineal de Fischer se colocan debajo, y los de la izquierda arriba del plano, definido por el ciclo (obsérvense los carbonos 2 y 3 de las formas lineal y cíclica). El alcohol primario, debido al giro de los sustituyentes del último carbono asimétrico, pasa a situarse debajo del ciclo en la forma L (véase el grupo $-CH_2OH$ de las soluciones a) y b). Todos los monosacáridos en estructura cíclica, sean D o L, presentan dos formas anoméricas, α y β , la primera se refiere a la disposición trans (distinto lado del plano) entre el $-OH$ hemiacetálico y el carbono que contiene el alcohol primario, como corresponde a la molécula representada en la solución a).

3. Señala la molécula que no se consume en cada una de las vueltas de la espiral de β -oxidación de los ácidos grasos:

- a) FAD
- b) NAD^+
- c) Agua
- d) Acetil-CoA
- e) Coenzima A

Solución: d

La β -oxidación o espiral de Lynen es un ruta catabólica que ocurre en la matriz de las mitocondrias y en los peroxisomas. Se trata de un proceso oxidativo que tiene lugar en varias etapas, y en la que los ácidos grasos son degradados a acetil-CoA. El número de carbonos del ácido de partida determinará las vueltas totales que tienen que producirse hasta su total degradación. En cada una de dichas vueltas se dan cuatro reacciones: 1) oxidación por deshidrogenación de dos átomos de carbono acoplada al consumo de FAD para formar $FADH_2$, 2) adición de una molécula de agua, 3) deshidrogenación de un átomo de carbono reduciendo al NAD^+ con liberación de $NADH + H^+$, y 4) entrada de un coenzima A y ruptura del ácido graso, que queda con dos átomos de carbono menos al liberarse un acetil-CoA. Teniendo esto en cuenta, la molécula que no se consume sino que se libera es el acetil-CoA.

4. Un aminoácido es anfótero, puesto que se comporta como:

- a) Un ácido, ya que los grupos $-\text{COOH}$ captan protones, y como una base porque los grupos $-\text{NH}_2$ ceden protones
- b) Un ácido, ya que los grupos $-\text{COOH}$ liberan protones, y como una base porque los grupos $-\text{NH}_2$ captan protones
- c) Una base, ya que los grupos $-\text{COO}^-$ captan protones, y como un ácido porque los grupos $-\text{NH}_2$ ceden protones
- d) Una base, ya que los grupos $-\text{COOH}$ liberan protones, y como un ácido porque los grupos $-\text{NH}_3^+$ captan protones
- e) Todas las respuestas son falsas

Solución: b

Las sustancias se pueden clasificar como ácidas o básicas según su tendencia a perder o captar iones H^+ , respectivamente. En este sentido, los aminoácidos se comportan en los medios biológicos como sustancias anfóteras, es decir, tienen carácter ácido o básico dependiendo del pH, que se define como la concentración de iones H^+ presentes en una disolución. Esto es debido a la presencia en su estructura de, al menos, un grupo carboxilo $-\text{COOH}$, el cual se comporta como ácido y tiende a perder un protón quedando en la forma ionizada $-\text{COO}^-$, así como, de, al menos, un grupo amino $-\text{NH}_2$ de carácter básico que, al contrario que el carboxilo, tiende a protonarse formando el ion $-\text{NH}_3^+$. Además, la forma ionizada $-\text{COO}^-$ puede aceptar protones, es básica, y la NH_3^+ al cederlos, tiene carácter ácido.

5. Supón que el alelo dominante de un gen determina orejas puntiagudas de carácter élfico en humanos frente a su alelo recesivo de orejas normales. El alelo dominante de otro gen produce inmortalidad élfica frente a su recesivo de mortalidad normal. Del cruce de dos individuos élficos heterocigóticos sería posible obtener:

- a) 1/4 de genotipos homocigotos
- b) 1/4 de genotipos con posibilidad de emplearse en el retrocruzamiento para el gen de la inmortalidad
- c) 2/3 de fenotipos inmortales que portan el gen de la mortalidad
- d) 3/4 de fenotipos de orejas normales que portan el gen de la mortalidad
- e) Todas las respuestas anteriores son ciertas

Solución: e

Si se denomina **E** al alelo que determina orejas puntiagudas de carácter élfico, **e** será el alelo recesivo del mismo gen que produce orejas normales; de igual manera, el alelo dominante de otro gen **I** produce inmortalidad élfica y el recesivo **i** mortalidad normal. Al cruzar individuos heterocigotos se obtendría la siguiente generación F_1 .

P: Ee li × Ee li

F1:

Gametos	$\frac{1}{4}$ EI	$\frac{1}{4}$ Ei	$\frac{1}{4}$ eI	$\frac{1}{4}$ ei
$\frac{1}{4}$ EI	$\frac{1}{16}$ EE II	$\frac{1}{16}$ EE li	$\frac{1}{16}$ Ee II	$\frac{1}{16}$ Ee li
$\frac{1}{4}$ Ei	$\frac{1}{16}$ EE li	$\frac{1}{16}$ EE ii	$\frac{1}{16}$ Ee li	$\frac{1}{16}$ Ee ii
$\frac{1}{4}$ eI	$\frac{1}{16}$ Ee II	$\frac{1}{16}$ Ee li	$\frac{1}{16}$ ee II	$\frac{1}{16}$ ee li
$\frac{1}{4}$ ei	$\frac{1}{16}$ Ee li	$\frac{1}{16}$ Ee ii	$\frac{1}{16}$ ee li	$\frac{1}{16}$ ee ii

Como se observa en la F₁, 1/4 de los genotipos son homocigotos (los sombreados en diagonal); 1/4 son homocigotos recesivos para el gen de la inmortalidad (**ii**) y, por tanto, se pueden emplear en el retrocruzamiento para este gen; 2/3 de los fenotipos inmortales portan el gen de mortalidad [doce individuos son inmortales (**I-**) y de ellos ocho portan el alelo mortal (**i**)] y 3/4 de los fenotipos de orejas normales portan el gen de la mortalidad (cuatro individuos son de orejas normales (**ee**) y de ellos tres portan el alelo de la mortalidad (**-i**).

6. El poder reductor de algunos glúcidos puede ponerse de manifiesto por varios métodos; uno de ellos consiste en enfrentar al glúcido de estudio con una disolución de sal de cobre, lo que dará lugar a una reacción redox, en la que el glúcido se oxida y el cobre se reduce formando un precipitado rojo de óxido de cobre I (Cu₂O). El reactivo empleado se llama licor de Fehling. Tras someter a una prueba de Fehling a la sacarosa y a la maltosa obtendríamos un resultado positivo en la maltosa y negativo en la sacarosa, porque:

- La molécula de sacarosa tiene fructosa en su composición y la de maltosa no
- La sacarosa presenta un -OH hemiacetálico y la maltosa no
- En la maltosa sus dos monosacáridos son alfa y en la sacarosa uno es alfa y el otro es beta
- La sacarosa no tiene libre ningún -OH hemiacetálico y la maltosa sí
- Todas las respuestas son falsas

Solución: d

La capacidad reductora de los disacáridos se debe a la presencia de un -OH hemiacetálico libre en la molécula, lo que depende del tipo de enlace O-glucosídico -monocarbonílico o dicarbonílico- establecido entre los monosacáridos que lo componen, independientemente de la naturaleza de estos. El enlace monocarbonílico se establece entre el grupo -OH del carbono anomérico del primer monosacárido, -OH hemiacetálico de aldosas o cetosas, y un grupo -OH cualquiera no hemiacetálico del segundo monosacárido, por lo que, al quedar libre un -OH hemiacetálico, la molécula tiene posibilidad de oxidarse perdiendo electrones; es decir, posee capacidad reductora. Sin embargo, los enlaces dicarbonílicos se establecen entre los dos grupos -OH hemiacetálicos de los monosacáridos que se unen, perdiendo en este caso la capacidad de ceder electrones y oxidarse; no son, por tanto, reductores. La sacarosa es un disacárido no reductor al formarse por enlace dicarbonílico y, por eso, dará negativa la reacción de Fehling; por el contrario, la maltosa dará positiva dicha reacción al formarse mediante enlace monocarbonílico.

7. De entre los distintos tipos de mensajeros químicos presentes en los seres vivos; es cierto que:

- a) Todas las hormonas son sustancias lipídicas que secretadas por glándulas actúan sobre órganos diana
- b) Los neurotransmisores viajan de la neurona productora a la receptora a través de la sangre
- c) Los llamados segundos mensajeros realizan su función en el interior de la célula
- d) La testosterona actúa sobre las células eritropoyéticas
- e) La insulina es producida por el hígado

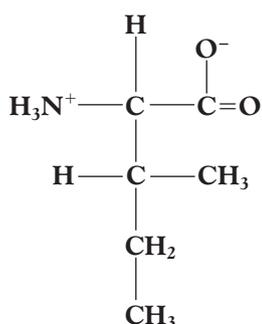
Solución: c

Los mecanismos de transmisión de información utilizados por las células animales implican al sistema nervioso y al endocrino. El primero de ellos está formado por neuronas encargadas de generar y transmitir impulsos nerviosos; la transmisión puede ser eléctrica o química, siendo necesaria en esta última la participación de mediadores químicos –los neurotransmisores– que, secretados por la neurona presináptica y liberados a la brecha, son captados por la neurona postsináptica quedando excitada y transmitiendo el impulso de la misma forma a la siguiente.

El sistema endocrino está integrado por células y glándulas que sintetizan hormonas, estas viajan a través de la sangre hasta alcanzar las células u órganos sobre los que actúan y que por ello se denominan «diana». La naturaleza química de las hormonas es variada y no siempre son lípidos, como en el caso de la insulina, polipéptido producido por el páncreas. La testosterona es un lípido, en concreto un esteroide, pero sus células diana no son las eritropoyéticas, sino aquellas que determinan la maduración sexual, el comportamiento y la capacidad reproductora.

Las hormonas ejercen su acción sobre la célula, las de naturaleza lipídica no tienen problema en atravesar la bicapa lipídica que constituye la membrana celular; pero las proteínicas, al ser incapaces de atravesarla, deben unirse a un receptor de membrana y activar a una molécula denominada segundo mensajero, como el AMP cíclico, que es el encargado de la acción en el interior celular.

8. Observando la siguiente fórmula, di si se trata de:



- a) Un alfa-aminoácido en su forma zwitteriónica
- b) Un aminoácido en solución acuosa a pH = 7
- c) Un aminoácido neutro
- d) Un aminoácido que presenta un carbono alfa y uno beta
- e) Todas las respuestas son verdaderas

Solución: e

Los aminoácidos están formados por un grupo carboxilo ($-\text{COOH}$) y un grupo amino ($-\text{NH}_2$) que se encuentran unidos covalentemente a un átomo de carbono denominado alfa (asimétrico por tener sus cuatro valencias saturadas por radicales distintos) que, a su vez, enlaza con un átomo de hidrógeno y un radical. Este último varía dando lugar a los diferentes aminoácidos existentes, en concreto, el del enunciado corresponde a la isoleucina. El radical del aminoácido propuesto no consta de ningún grupo ácido ni básico, por lo que es neutro y, además, presenta otro carbono asimétrico que para diferenciarlo del alfa se nombra como carbono beta. La forma que se muestra presenta el grupo carboxilo ionizado ($-\text{COO}^-$), es decir, ha perdido un protón dado su carácter ácido, mientras que el amino lo ha ganado dada su basicidad ($-\text{NH}_3^+$). Esta forma en la que hay una doble ionización se denomina zwitteriónica (del alemán, *zwitter*, «hermafrodita») y denota que la solución en la que se encuentra es neutra o cercana a la neutralidad, ya que si fuera ácida o básica solo uno de ellos estaría ionizado.

9. Supongamos el siguiente fragmento de una hebra de ADN extraída de una célula procariota:

3'...TACCCGT... 5'

- a) Si durante la replicación se produce una transición en el nucleótido dGMP, sería sustituido por el nucleótido dCMP
- b) Si durante la transcripción frente al nucleótido dAMP se sitúa otro nucleótido de AMP, se produciría una mutación que impediría el inicio de la síntesis proteica
- c) Si durante la replicación se produce una transversión en el nucleótido dGMP, con seguridad cambiaría al menos un aminoácido de la proteína
- d) Si durante la transcripción frente a un nucleótido dTMP se sitúa el nucleótido UMP no se produce ninguna mutación
- e) La delección de uno cualquiera de los nucleótidos de la secuencia supondría la falta de un aminoácido en la proteína codificada

Solución: d

Las mutaciones son alteraciones en la secuencia de nucleótidos del ADN; en consecuencia, los errores que ocurren durante la transcripción (síntesis de ARN), como son los descritos en las soluciones b) y d), en ningún caso originan mutaciones. La respuesta a) se refiere a una mutación originada por sustitución de base púrica por pirimidínica, es decir, una transversión y no una transición (sustitución de una base por otra del mismo tipo) como se menciona en el texto. En cuanto a la respuesta c), al ser el código genético degenerado, el cambio de un solo nucleótido no implica necesariamente el cambio de aminoácido en la secuencia polipeptídica. La opción e) es falsa, puesto que la delección de un nucleótido supondría un corrimiento en el orden de lectura, lo que cambiaría la secuencia completa de aminoácidos a partir de ese punto.

10. En un ADN bicatenario se ha hallado que en el total de bases nitrogenadas hay un 23 por ciento de adenina. ¿Cuáles son los porcentajes de las demás bases?

- a) U = 23 %, C = 27 %, G = 27 % d) T = 27 %, C = 27 %, G = 23 %
b) T = 27 %, C = 23 %, G = 27 % e) Todas las respuestas son falsas
c) T = 23 %, C = 32 %, G = 32 %

Solución: e

La complementariedad de bases en el ADN se establece entre A - T y entre G - C, no existiendo U en la molécula. Así pues, en un ADN bicatenario formado por cadenas complementarias debe existir siempre el mismo porcentaje de A que de T, así como de G y C ($\% A = \% T$; $\% G = \% C$), y la suma de todas las bases nitrogenadas debe ser el 100 por ciento. En el caso propuesto, si existe un 23 por ciento de A habrá también un 23 por ciento de T, un 46 por ciento entre ambas; correspondiendo el 54 por ciento restante a partes iguales de G y C, 27 por ciento de cada una. La respuesta c) podría inducir a error al proponer el mismo porcentaje para las bases complementarias, pero se debe observar que la suma de todas ellas es superior al 100 por ciento.

11. En la nutrición de las plantas se lleva a cabo uno de los siguientes procesos:

- a) Transporte de la savia bruta por el floema
b) Absorción de agua y sales minerales que forman la savia elaborada
c) Transpiración en las hojas que interviene en el transporte de la savia bruta
d) Transporte de agua y sales minerales por los tubos del xilema, los cuales están formados por tubos cribosos
e) La entrada de agua y sales minerales a la raíz, que se produce únicamente por transporte activo

Solución: c

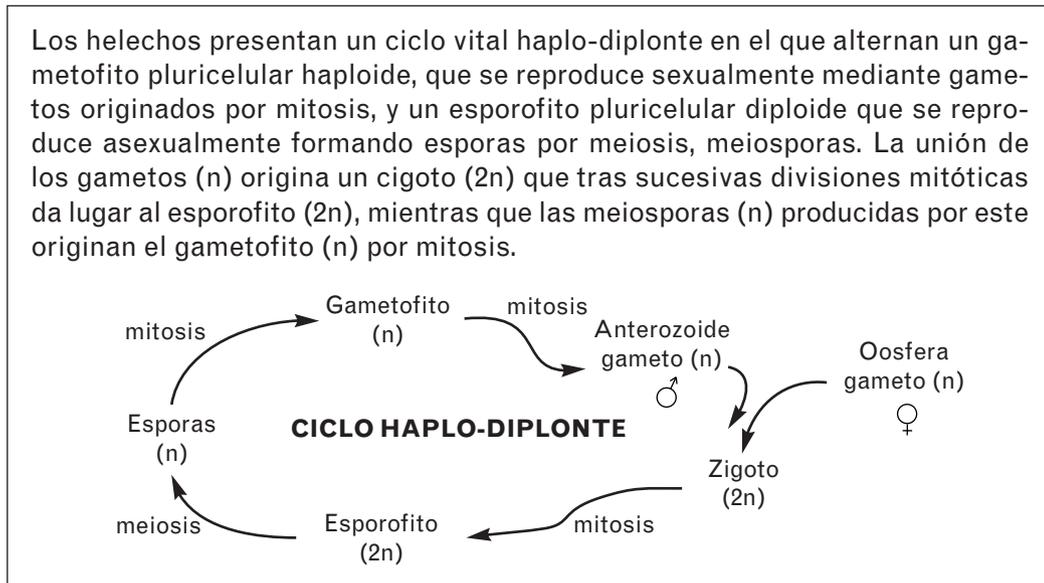
Obviamente, el enunciado hace referencia a las plantas cormofitas caracterizadas por la presencia de raíz, tallo y hojas, en cuyo interior hay vasos conductores de dos tipos: el floema y el xilema. Este último está formado por células especializadas, las tráqueas y traqueidas, que se encargan de transportar los nutrientes absorbidos por la raíz, agua y sales minerales, hasta las partes verdes de la planta donde, mediante la fotosíntesis –que requiere la absorción de luz solar por parte de los pigmentos del cloroplasto y la fijación de CO_2 atmosférico– se transforma la materia inorgánica en materia orgánica (savia elaborada). El floema, integrado por células y tubos cribosos, se encarga de repartir la savia elaborada a todas las células de la planta.

La absorción de la savia bruta por la raíz se realiza por transporte pasivo en el caso del agua (vía apoplástica) y activo para la mayoría de las sales (vía simplástica). En el ascenso de la savia hacia las hojas en contra de la gravedad, intervienen, además de la presión radicular, otros procesos, entre los que se encuentra la transpiración en las hojas, mecanismo por el que se evapora agua y se crea una presión hídrica negativa que mantiene un gradiente de presión desde la raíz hasta las hojas, posibilitando así el ascenso continuado del agua.

12. *Pteridium aquilinum* es un helecho común en los bosques de coníferas; en esta especie:

- El gametofito es pluricelular y se forma por divisiones mitóticas de las meiosporas
- El esporofito es diploide y se forma tras divisiones mitóticas del cigoto
- El esporofito es haploide y se reproduce por esporas
- El gametofito forma gametos por división meiótica
- Las respuestas a) y b) son verdaderas

Solución: e



13. De los siguientes procesos di cuáles pueden considerarse rutas anabólicas:

- β -oxidación de ácidos grasos, ciclo de Krebs y glucogénesis
- Fotosíntesis y glucogenolisis
- Reducción de azufre inorgánico a orgánico y gluconeogénesis
- Síntesis de aminoácidos y fermentación
- Ciclo de Calvin y hélice de Lynen

Solución: c

Las rutas anabólicas son aquellas cuya finalidad es la obtención de componentes celulares complejos a partir de moléculas más simples y energía. De entre los múltiples procesos celulares de esta naturaleza, aparecen nombrados en las soluciones: glucogénesis (síntesis de glucosa de forma inversa a la glucólisis), fotosíntesis (formación de moléculas orgánicas a partir de materiales inorgánicos utilizando la energía lumínica), reducción de azufre inorgánico a orgánico (foto o quimiosíntesis del azufre), gluconeogénesis (producción de glucosa «de novo»), síntesis de aminoácidos (incorporación de grupos $-\text{NH}_2$ a esqueletos hidrocabonatos) y ciclo de Calvin (fase biosintética de la fotosíntesis del carbono). El resto de los procesos recogidos en las soluciones se corresponden con rutas catabólicas o de degradación de moléculas con el fin de obtener energía. Solamente en la respuesta c) las dos rutas mencionadas son anabólicas.

14. A partir de una dispersión coloidal de una sola especie de proteínas y dos especies de sales minerales, no podríamos:

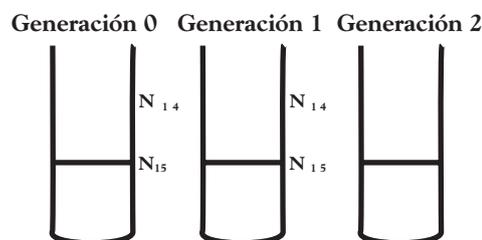
- a) Precipitar la fracción proteica ajustando el pH al pI de la proteína
- b) Separar las proteínas de las sales mediante centrifugación
- c) Precipitar las proteínas aumentando la concentración de sales
- d) Separar las proteínas de las sales mediante diálisis
- e) Separar las dos especies de sales por electroforesis

Solución: e

La cuestión se refiere a una dispersión en la que existen solutos de diferente naturaleza, uno coloidal, la proteína, y dos moleculares, las sales minerales. Atendiendo a las diferentes propiedades de los solutos coloidales y moleculares, así como a las propiedades particulares de las proteínas, podríamos separar la fracción proteica mediante diversas técnicas, tales como: **modificación del pH**, al ajustar el pH de la dispersión al pI de la proteína se consigue su precipitación, al ser este el pH de mínima solubilidad; **centrifugación**, que debido al alto peso molecular de la proteína provocaría su precipitación; **adición de sales** que, al solvarse, restan disolvente disponible interfiriendo en la solubilidad proteica; **diálisis**, proceso que permite separar solutos de distinto peso molecular, como es el caso planteado, a través de una membrana selectiva que discrimina el tamaño de las moléculas. Por otra parte, las proteínas pueden desplazarse en un campo eléctrico en función de su carga (**electroforesis**), propiedad que no presentan las disoluciones salinas. Así pues, sería imposible separar las dos especies de sales mediante esta técnica.

15. Después de cultivar bacterias en un medio con N_{15} (pesado) durante 20 generaciones se pasan a un medio con N_{14} , se extrae el ADN y se centrifuga en cloruro de cesio, obteniéndose tres muestras a diferentes tiempos (generaciones 0, 1 y 2). La especie sigue un tipo de replicación:

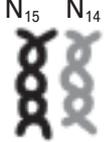
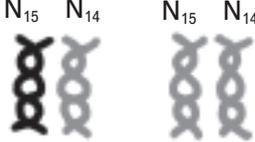
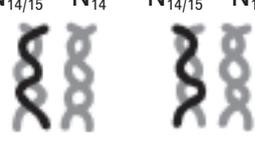
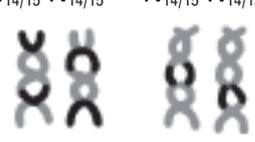
- a) Semiconservativa
- b) Conservativa
- c) Alternativa
- d) Dispersiva
- e) Replicativa



Solución: b

La cuestión plantea un caso hipotético fundamentado en el diseño experimental que utilizaron Meselson y Stahl para deducir la pauta de replicación del ADN. Analizando los resultados obtenidos que se proponen, se observa que en la primera generación aparece la misma cantidad de N_{15} que de N_{14} , lo cual descarta que la replicación sea semiconservativa o dispersiva, puesto que si se tratase de alguno de estos casos se habría obtenido una única banda formada por un ADN híbrido $N_{14/15}$. Tras el análisis de la segunda generación se

confirma el modelo conservativo al observarse la misma cantidad de ADN N_{15} que en la generación inicial (ADN conservado) y un incremento del ADN N_{14} (ADN de nueva síntesis).

Modelos	Generación 0	Generación 1	Generación 2
Conservativa	N_{15} 	N_{15} N_{14} 	N_{15} N_{14} N_{15} N_{14} 
Semiconservativa	N_{15} 	$N_{14/15}$ $N_{14/15}$ 	$N_{14/15}$ N_{14} $N_{14/15}$ N_{14} 
Dispersiva	N_{15} 	$N_{14/15}$ $N_{14/15}$ 	$N_{14/15}$ $N_{14/15}$ $N_{14/15}$ $N_{14/15}$ 

Las respuestas e) y c) (alternativa y replicativa) son una mera invención, que no han sido propuestas nunca como modelos de replicación. Conviene recordar que el mecanismo de replicación utilizado por las células es el semiconservativo, tal como propusieron Watson y Crick y demostraron experimentalmente Meselson y Stahl, e insistir en que esta cuestión es un ejercicio deductivo.

16. La constante de Michaelis-Menten o K_M , es un indicador de la afinidad de un enzima por un sustrato. ¿Tiene un valor fijo?

- a) Sí, siempre el mismo
- b) No, depende de la temperatura y de la velocidad de la reacción
- c) Varía según sea el pH, la temperatura o la estructura del sustrato
- d) Varía solo con la velocidad de la reacción
- e) Sí, para el mismo tipo de reacción

Solución: c

El valor de K_M es igual a la concentración de sustrato necesaria para alcanzar la mitad de la velocidad máxima en una determinada reacción química.

$$V = V_{\text{máx}} \frac{[S]}{K_M + [S]} \quad \text{Si } V = V_{\text{máx}/2}; \quad V_{\text{máx}/2} = V_{\text{máx}} \frac{[S]}{K_M + [S]} \quad \text{y despejando, } K_M = [S]$$

Ecuación de Michaelis-Menten

Por tanto, cuanto menor sea K_M mayor será la afinidad de la enzima por el sustrato, es decir, con menos concentración de sustrato se alcanza la mitad de la velocidad máxima. Las enzimas al ser proteínas se ven afectadas por

diversos factores, tales como temperatura, pH, salinidad..., y en consecuencia, también modifican la actividad enzimática, pudiendo ir a mayor o menor velocidad o incluso no producirse. La constante de Michaelis-Menten para una reacción concreta va a ser siempre la misma si tiene lugar en las mismas condiciones, sin embargo, si cambian los factores que afectan a los enzimas o hay modificaciones en el sustrato (químicas, estructurales...) la afinidad enzima-sustrato también se verá afectada. En tal caso se necesitará mayor o menor concentración de sustrato para alcanzar la velocidad máxima.

17. En una bacteria adaptada a las altas temperaturas podremos encontrar en los lípidos de su membrana plasmática una elevada proporción, en relación a otros seres vivos, de ácidos grasos:

- a) Saturados de cadena larga
- b) Insaturados de cadena larga
- c) Insaturados de cadena corta
- d) Saturados de cadena corta
- e) Saturados e insaturados de cadena corta

Solución: a

Los ácidos grasos están formados por una cadena alifática o hidrocarbonada, que suele oscilar entre 14 y 22 átomos de carbono, portadora en su extremo de un grupo carboxilo ($-\text{COOH}$), no suelen presentarse en estado libre, sino que en su mayor parte son integrantes de lípidos más complejos. Los enlaces entre los carbonos de la cadena pueden ser simples o dobles; en el primero de los casos el ácido será saturado, mientras que en el otro insaturado. La estructura y propiedad de un ácido graso viene determinada por el número, el tipo y la posición de sus dobles enlaces, así como por la longitud de su cadena. De tal forma que, teniendo en cuenta que los dobles enlaces producen inclinaciones en la cadena, que reducen el número de uniones intermoleculares, y que cuanto más larga sea la cadena carbonada mayor será el número de uniones, el punto de fusión y ebullición de la molécula variará en función de estos dos factores. En consecuencia, en los seres vivos adaptados a las altas temperaturas abundarán los ácidos grasos saturados de cadena larga que favorecerán la estabilidad de la membrana.

18. Las primeras células que aparecieron en la Tierra hace aproximadamente 4 000-3 500 millones de años probablemente presentaban la siguiente característica:

- a) Realizaban la fotosíntesis
- b) Poseían ARN en su núcleo
- c) Obtenían la energía mediante la respiración aerobia
- d) Su nutrición era de tipo heterótrofa
- e) Su metabolismo era aerobio

Solución: d

Según las teorías más aceptadas, la vida posiblemente se originó en el agua y los primeros seres vivos que se formaron en la Tierra debieron ser organismos muy sencillos en su estructura, es decir, unicelulares, cuya alimentación sería a base de las abundantes moléculas orgánicas diluidas en el océano, las cuales formaban el denominado «caldo o sopa primitiva». El metabolismo de estos seres era, por tanto, de tipo heterótrofo, no fotosintético, y anaerobio, no utilizaban oxígeno, ya que por entonces no existiría dicha molécula en la atmósfera. En cuanto a su organización, hay diversas razones que señalan al ARN como el primer polímero capaz de replicarse y de constituir el material genético de la primera célula; no obstante, dicha célula carecería de membrana protectora del ácido nucleico, membrana nuclear, por tanto, es incorrecto considerar que tuviera núcleo.

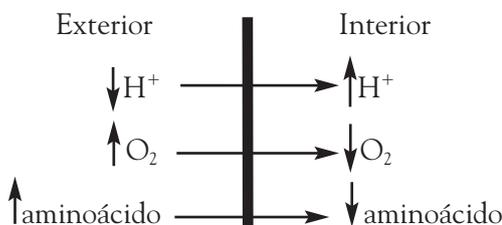
19. Los peces óseos poseen mecanismos para adaptarse a los problemas osmóticos. Identifica la opción correcta:

- a) Los peces de agua dulce expulsan orina hipertónica
- b) Los peces de agua salada expulsan orina hipertónica
- c) Los peces de agua salada expulsan orina hipotónica y sales por las branquias
- d) Los peces de agua dulce expulsan orina hipotónica
- e) Son correctas b) y d)

Solución: e

La regulación de la concentración de solutos del medio interno u osmorregulación varía en función del hábitat del ser vivo y para los peces depende del tipo de agua en el que se desarrollan. En los de agua dulce, al encontrarse en un medio con escasa concentración de sales o hipotónico, tiende a penetrar el agua continuamente por ósmosis; para eliminar su exceso la orina es muy diluida, es decir, hipotónica. Los peces de agua salada, por el contrario, están expuestos a una pérdida de agua, ya que el mar es rico en sales, hipertónico; para resolver el problema excretan una orina muy concentrada, y el exceso de sales lo eliminan por células especializadas que se encuentran en las branquias.

20. En un orgánulo celular se produce el siguiente transporte de moléculas a través de su membrana:



- a) El H^+ atraviesa la membrana por la bicapa lipídica al ser un ion de muy pequeño tamaño
- b) El aminoácido, por ser esencial para la célula, solo podría entrar por fagocitosis
- c) El oxígeno atravesaría la bicapa lipídica mediante difusión facilitada

- d) El aminoácido entra en la célula a través de una proteína transmembrana
- e) El H^+ tiene impedido el transporte porque su concentración interna aumentaría y el pH bajaría en exceso

Solución: d

En el transporte de sustancias a través de las membranas celulares influye el tamaño y la polaridad de las moléculas además del gradiente electroquímico. Si el paso de la molécula se efectúa a favor de gradiente el proceso no consume energía, denominándose transporte pasivo en cualquiera de sus modalidades (difusión simple o facilitada); en caso contrario, como los H^+ de la cuestión, el transporte es activo. Las moléculas apolares, como el oxígeno, o polares sin carga y de pequeño tamaño, cuando atraviesan la membrana a favor de gradiente lo hacen por la bicapa lipídica mediante difusión simple. Las sustancias polares de mayor tamaño y aquellas que presentan carga, independientemente de su tamaño, no pueden atravesar la bicapa; por eso cuando se desplazan a favor de gradiente, deben efectuar su paso por canales iónicos (proteínas transmembrana) o por permeasas específicas, este es el caso de los aminoácidos. La fagocitosis está reservada para macromoléculas y partículas sólidas de gran tamaño. La respuesta e) es falsa porque las oscilaciones del pH no son un impedimento al transporte de sustancias.

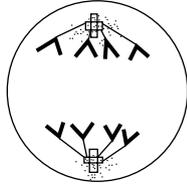
21. En un recipiente se disuelve en agua una molécula sólida y de sabor dulce observándose un cambio en su capacidad para desviar la luz polarizada, de tal forma que el ángulo varía desde $+115^\circ$ hasta $+55^\circ$, valor en el cual se estabiliza. En dicho recipiente habrá:

- a) β -D-monosacárido y β -L-monosacárido
- b) α -D-monosacárido y α -L-monosacárido
- c) β -D-monosacárido y α -D-monosacárido
- d) D-monosacárido y L-monosacárido
- e) Las respuestas c) y d) son correctas

Solución: c

La molécula sólida y dulce a que hace referencia el enunciado corresponde a un monosacárido, estos al tener carbonos asimétricos tienen actividad óptica; es decir, desvían el plano de la luz polarizada. Cada monosacárido presenta dos isómeros ópticos: dextrógiro (+) si lo desvía hacia la derecha y levógiro (-) si lo hace hacia la izquierda, sean de uno u otro tipo, para diferenciarlos se denomina forma D al isómero que tiene el $-OH$ del penúltimo carbono a la derecha y L a su imagen especular. Cuando un determinado isómero D o L se disuelve en agua experimenta un cambio gradual en su capacidad para desviar el plano de la luz polarizada, hasta alcanzar un equilibrio que es distinto para cada uno de ellos, en el ejemplo descrito se observa que varía de $+115^\circ$ hasta $+55^\circ$. Este fenómeno se conoce como mutarrotación y es debido a que los monosacáridos al encontrarse en disolución no presentan estructuras abiertas sino cerradas, anillos de cinco a seis átomos, y como consecuencia de la ciclación se forman dos nuevos estereoisómeros, los denominados anómeros alfa y beta. A estas nuevas formas les corresponde un distinto grado de desviación de la luz polarizada con respecto a las estructuras lineales, al poseer un carbono asimétrico adicional.

22. A partir de una preparación microscópica observamos las células de una especie y realizamos el siguiente esquema, el cual corresponde a una:



- a) Anafase I de una especie $2n = 8$
- b) Anafase II de una especie $2n = 4$
- c) Anafase II de una especie $2n = 8$
- d) Anafase de mitosis de una especie $2n = 8$
- e) Anafase I de una especie $2n = 4$

Solución: c

En la célula representada se muestran cromosomas en anafase con una sola cromátida, por tanto, puede corresponder a una anafase de mitosis o a una anafase II de meiosis, ya que en la primera de las anafases de la meiosis se separan cromosomas con dos cromátidas. Partiendo de que en cada polo hay cuatro cromosomas puede ser una mitosis de una especie $2n = 4$ o una meiosis de una especie $2n = 8$; dadas las posibles soluciones esta última es la opción correcta. En la anafase I se habrían desplazado cuatro cromosomas con dos cromátidas a cada polo, quedando en la segunda, en cada célula de la primera meiosis, cuatro cromosomas de una cromátida tal y como se observa en el dibujo.

23. Durante el metabolismo celular son frecuentes las reacciones de fosforilación, que pueden producirse a nivel de sustrato o estar acopladas a un proceso de oxidorreducción, por lo que podemos decir que:

- a) La fosforilación por transporte de electrones ocurre exclusivamente en la cadena respiratoria
- b) Durante la glucólisis se produce una fosforilación oxidativa
- c) Durante el ciclo de Krebs no se producen fosforilaciones oxidativas
- d) Durante la glucólisis no se producen fosforilaciones a nivel de sustrato
- e) Las respuestas b) y c) son ciertas

Solución: b

En el metabolismo hay procesos que liberan energía y otros que la consumen, el enlace que con más frecuencia se utiliza para almacenar y transferir la energía es el que une los fosfatos segundo y tercero del ATP. Para sintetizarlo existen dos mecanismos: fosforilación a nivel de sustrato y fosforilación por el transporte de electrones o fosforilación oxidativa. La fosforilación a nivel de sustrato consiste en formar un compuesto intermedio rico en energía, e hidrolizarlo para usar la energía liberada en la síntesis de ATP a partir de ADP, tiene lugar en la glucólisis y en el ciclo de Krebs.

La fosforilación oxidativa consiste en utilizar la energía liberada en las reacciones de oxidorreducción para fosforilar un compuesto orgánico a partir de un fosfato inorgánico presente en el medio, generándose así un enlace de alta energía. Aunque los procesos de este tipo que más cantidad de energía producen son la fosforilación oxidativa mitocondrial y la fotofosforilación en los cloroplastos, también ocurre en otras rutas metabólicas. En la glucólisis, la oxidación acoplada a fosforilación (fosforilación oxidativa) del gliceraldehído-3-P, produce ácido 1,3-difosfoglicérico portador de un enlace de alta energía, que se transfiere posteriormente mediante una fosforilación a nivel de sustrato al ADP.

24. En la hipersensibilidad inmediata a un alérgeno, una de las secuencias de reacciones es:

- a) Macrófago, linfocito T, linfocito B, células plasmáticas, producción de IgE, mastocitos y basófilos recubiertos por esta Ig
- b) Alérgeno unido al macrófago y liberación de histamina
- c) Al cabo de varias horas o días, intervienen los linfocitos T
- d) Se libera interferón que activa a los macrófagos y estos a monocitos y neutrófilos
- e) Tras suceder a) se produce b)

Solución: a

La hipersensibilidad es una respuesta inmunitaria específica que se produce de forma exagerada y provoca inflamaciones y lesiones en los tejidos, la de tipo I se corresponde con las denominadas alergias, el sistema inmune responde frente a antígenos inocuos llamados alérgenos, como por ejemplo el polen. En este tipo de respuesta el alérgeno penetra a través de las mucosas y es captado por los macrófagos que actúan como «presentadores de antígeno», es decir, que los presentan a los linfocitos T helper, células que cooperan con los linfocitos B, los cuales maduran formando células plasmáticas productoras de anticuerpos de tipo E contra el alérgeno. Estas inmunoglobulinas se unen a los receptores de los basófilos de la sangre y de los mastocitos presentes en el tejido conjuntivo y aquí termina el proceso tras el primer contacto, con los mastocitos y basófilos recubiertos de IgE –fase de sensibilización.

En nuevos contactos, el alérgeno se une a las IgE adheridas a la membrana de dichas células activándose una cascada de reacciones enzimáticas en su interior que terminan con la liberación de histamina, serotonina, bradiquinina, etc. Estos mediadores alérgicos provocan efectos perjudiciales más o menos graves que pueden conducir, incluso, a la muerte: shock anafiláctico que se produce a los pocos minutos de la segunda o posteriores exposiciones al alérgeno.

25. Un codón es una secuencia de tres bases nitrogenadas (tripleto) presente en el ARNm que codifica un determinado aminoácido. En el proceso de traducción de un ARNm de 24 nucleótidos, participan un máximo de:

- a) 8 codones y 8 anticodones
- b) 7 codones y 7 anticodones
- c) 8 codones y 7 anticodones
- d) 7 codones y 8 anticodones
- e) 7 codones y 6 anticodones

Solución: c

Cada codón del ARNm está formado por una secuencia de tres nucleótidos que codifica un aminoácido específico en la síntesis proteica. Los anticodones, contenidos en el ARNt, son secuencias de tres nucleótidos complementarias y antiparalelas a los codones. La síntesis de cadenas polipeptídicas comienza por la lectura en el ARNm del codón de inicio AUG que codifica aminoácido y termina con uno de los codones sin sentido, para los que no existen anticodones complementarios. En esta cuestión se propone un ARNm de 24 nucleótidos, que formarán un máximo de $24/3 = 8$ codones, siete codificarán aminoácido y uno será el codón de fin. Así pues, intervendrán un máximo de ocho codones y siete anticodones.

26. Ante la presencia de antígenos, los linfocitos T auxiliares responden produciendo una serie de sustancias mediadoras, las interleucinas o interleuquinas, que:

- a) Activan a otros glóbulos blancos
- b) Actúan como factores de crecimiento y diferenciación de las células B
- c) Actúan como factores de crecimiento y diferenciación de las células T
- d) Son correctas las respuestas a), y b)
- e) Son correctas las respuestas a), b) y c)

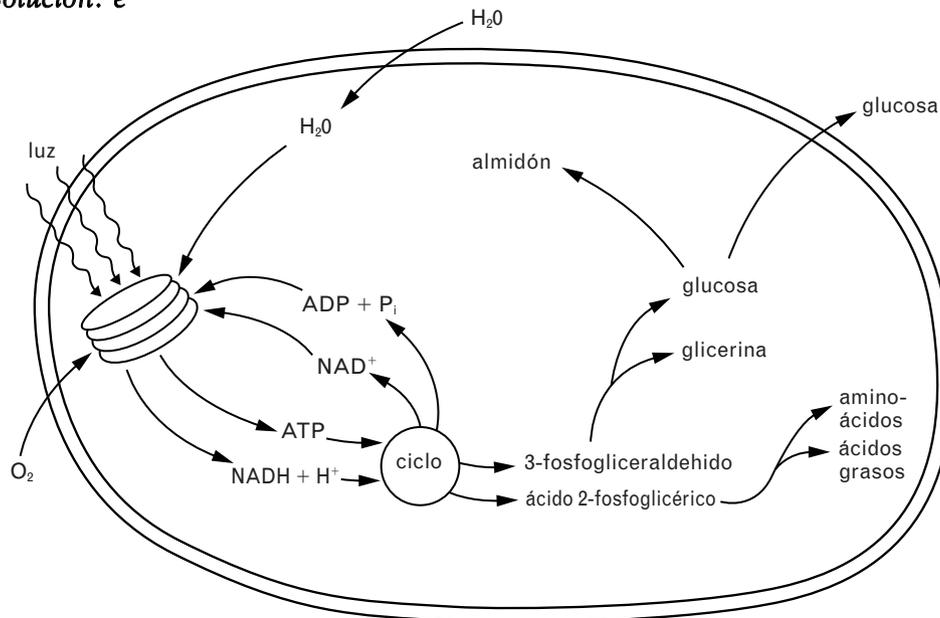
Solución: e

Los linfocitos T auxiliares se activan cuando les es mostrado el antígeno por una célula presentadora, como, por ejemplo, un macrófago que reconocen como propio al poseer en su membrana el complejo mayor de histocompatibilidad (MHC o HLA en humanos), conjunto de proteínas específicas del individuo que constituyen su «carné» de identidad molecular. Una vez activados trabajan doblemente, por una parte segregan interleucinas que actúan como factores de crecimiento y diferenciación de los linfocitos T citotóxicos y, por otra, se unen a los linfocitos B portadores de antígeno en sus receptores de membrana, induciendo igualmente su crecimiento y diferenciación a través de la secreción de interleucinas. Tanto los linfocitos T como los B son glóbulos blancos del grupo de los agranulocitos.

27. En el siguiente dibujo se observa un proceso metabólico en el cual:

- a) El agua y el NADP^+ se reducen
- b) Pertenece al catabolismo porque se forma ATP
- c) El 3-fosfoglicérico se oxida y forma glucosa
- d) El agua y la glucosa se oxidan
- e) Ninguna de las anteriores es verdadera

Solución: e



El dibujo representa la fotosíntesis en un cloroplasto de célula eucariota, proceso en el que se sintetiza materia orgánica: aminoácidos, ácidos grasos, glicerina y glucosa (que se almacena en forma de almidón) a partir de materia inorgánica: agua, sales minerales y CO_2 (estos dos últimos no aparecen representados en el esquema). El proceso fotosintético tiene lugar en dos fases: fotoquímica y biosintética. En la primera, se transfieren electrones desde el agua al NADP^+ impulsados por la energía lumínica absorbida en los fotosistemas, mecanismo acoplado a la fotofosforilación de ADP, lo que genera $\text{NADPH} + \text{H}^+$, y ATP, además de liberar oxígeno. En la segunda de las fases, se utiliza la energía y el poder reductor de la etapa anterior para fijar el CO_2 y reducirlo a materia orgánica. Teniendo esto en cuenta, el agua se oxida, ya que cede electrones al fotosistema II, estos pasan por diversas moléculas hasta alcanzar al NADP^+ que es el último aceptor y que, por tanto, se reduce.

En la fase biosintética el ácido 1,3-difosfoglicérico capta los electrones cedidos por el $\text{NADPH} + \text{H}^+$ y se reduce formando triosas (ácido 3-fosfoglicérico y 3-fosfogliceraldehído), moléculas precursoras de distintos principios inmediatos, como por ejemplo la glucosa. También hay que considerar que aunque en la primera etapa del proceso se obtiene ATP, es consumido posteriormente en la segunda fase, siendo la fotosíntesis un proceso anabólico donde se sintetiza materia orgánica a partir de inorgánica y energía solar.

28. En una célula somática humana existen:

- a) 46 moléculas de ADN en la fase G₂ del ciclo celular
- b) 92 fibras cromatínicas en la fase G₁ del ciclo celular
- c) 92 cromosomas anafásicos durante la división mitótica
- d) 46 pares de homólogos en el plano ecuatorial durante la meiosis I
- e) 46 cromosomas de dos cromátidas en la fase G₁ del ciclo celular

Solución: c

La dotación cromosómica de una célula somática humana es $2n = 46$. En la fase G₁ del ciclo celular el ADN se encuentra en forma de fibras cromatínicas, que serán 46 contenidas en el núcleo. Durante la fase S del ciclo el ADN se duplica, por lo que en la fase siguiente G₂ habrá 92 fibras cromatínicas iguales dos a dos y unidas por el centrómero. Al iniciarse la división celular el ADN se condensa formando 46 cromosomas, cada uno de ellos con dos cromátidas. En la anafase mitótica cada cromátida se separa de su hermana emigrando a polos opuestos de la célula, así se observarán 92 cromosomas anafásicos de una cromátida, 46 en cada polo celular, mientras que durante la meiosis I se disponen en el ecuador celular 23 parejas de cromosomas homólogos, observándose 23 tétradas.

29. En relación a la etapa de iniciación de la síntesis de una cadena polipeptídica (1.ª etapa de la traducción) forman parte del complejo de iniciación:

- a) ARNm con una caperuza de guanosina trifosfato metilada en su extremo 3'
- b) Factores de iniciación (proteínas asociadas al ribosoma), subunidad menor del ribosoma unida a ARNm en la zona próxima al codón AUG

- c) ARNt iniciador con metionina, cuyo anticodón es el complementario del codón de iniciación y GTP que aporta energía para la formación del complejo de iniciación
- d) Son correctas las respuestas b) y c)
- e) Son correctas las respuestas a) b) y c)

Solución: d

La síntesis proteica se desencadena mediante la actuación de factores de iniciación asociados al ARNm, que facilitan la unión de la subunidad pequeña del ribosoma en la región próxima al extremo 5' que contiene el codón de inicio AUG. Después se une el ARNt iniciador con metionina (formilmetionina en procariontes), cuyo anticodón (3' UAC 5') es complementario al codón de inicio. Finalmente, se acopla la subunidad grande del ribosoma constituyendo el complejo de iniciación. Todo este ensamblaje requiere el aporte energético que proporciona el GTP. El ARNm eucariota presenta en su extremo 5' una caperuza de metil-guanosina-trifosfato invertida que le protege de la hidrólisis.

30. Los plásmidos son moléculas circulares de ADN bicatenario extracromosómico, de ellos podemos decir que:

- a) Se descubrieron en *Escherichia coli* y se encuentran en algunas células bacterianas
- b) Los poseen frecuentemente los organismos eucariotas
- c) No pueden ser transferidos entre células
- d) Son verdaderas a) y b)
- e) Son verdaderas a), b) y c)

Solución: a

Los plásmidos, episomas o factores F, fueron descubiertos en la bacteria *Escherichia coli* y son pequeñas moléculas de ADN bicatenario circular extracromosómico que contienen genes no vitales (pigmentación, resistencia a antibióticos...); está con frecuencia en bacterias, llamadas F⁺ cuando el plásmido se encuentra libre en el hialoplasma o Hfr, de alta frecuencia de recombinación, si aparece integrado al ADN cromosómico. Pueden ser transferidos, previa duplicación, a otras bacterias no portadoras de ellos o F⁻, que adquieren entonces nuevas características genéticas y la condición de bacterias F⁺, proceso parasexual conocido como conjugación bacteriana.

31. Durante 1983, en Pennsylvania, un virus que provocaba una enfermedad gastrointestinal leve en pollos empezó a arrasarse granjas enteras. La investigación demostró que todo obedecía a la sustitución de un solo aminoácido en una proteína de la superficie vírica. Este mínimo cambio había tenido un profundo efecto en la actividad del virus. Actualmente, se sabe que un cambio similar puede hacer que el virus «salte» e infecte a individuos de otra especie. Si un virus de la gripe del pollo se comportase como lisogénico, al introducir el ácido nucleico en la célula hospedadora, podría:

- a) Utilizar los mecanismos metabólicos de la célula para formar viriones
- b) No utilizar los mecanismos metabólicos celulares de forma inmediata para formar partículas víricas

- c) Integrarse en el cromosoma de la célula, la cual al dividirse transmitiría a la descendencia el provirus como si se tratara de cualquier otro gen
- d) Son correctas a) y c)
- e) Son correctas b) y c)

Solución: e

Los virus pueden desarrollar dos tipos de ciclos vitales conocidos como lítico y lisogénico. El primero conduce a la destrucción de la célula hospedadora al apoderarse el virus de la maquinaria metabólica de la célula para su replicación y producción de nuevos viriones. El ciclo lisogénico supone la integración del material génico del virus (provirus) al celular, quedando reprimida su expresión pero no así su replicación, que es conjunta a la del ADN celular y, en consecuencia, se transmite a todas las células hijas. Por inducción natural o artificial el provirus podría iniciar posteriormente un ciclo lítico en las células portadoras.

32. Una familia presenta una enfermedad recesiva ligada al sexo, la hemofilia, además de otra enfermedad autosómica dominante, la miopía. Di cómo será la descendencia masculina de un hombre con hemofilia no miope y una mujer portadora para la hemofilia y heterocigota para la miopía:

- a) 50 % miopes-hemofílicos, 50 % no miopes sin hemofilia
- b) 25 % miopes-hemofílicos, 25 % miopes sin hemofilia, 25 % no miopes-hemofílicos, 25 % no miopes sin hemofilia
- c) 50 % miopes sin hemofilia, 50 % no miopes con hemofilia
- d) 75 % miopes con hemofilia, 25 % no miopes sin hemofilia
- e) 75 % no miopes con hemofilia, 25 % miopes sin hemofilia

Solución: b

Si llamamos **M** al alelo que determina la miopía, **m** será el alelo recesivo del mismo gen que produce visión normal; de igual manera, denominamos **h** al alelo recesivo ligado al cromosoma **X**, tal que **X^h** determina hemofilia y **X** ausencia de dicha alteración en la coagulación sanguínea, el planteamiento inicial quedaría:

P: $mm X^hY \times Mm X^hX$

F1:

Gametos	$\frac{1}{4} M X^h$	$\frac{1}{4} m X^h$	$\frac{1}{4} M X$	$\frac{1}{4} m X$
$\frac{1}{2} m X^h$	$\frac{1}{8} Mm X^hX^h$	$\frac{1}{8} mm X^hX^h$	$\frac{1}{8} Mm X^hX$	$\frac{1}{8} mm X^hX$
$\frac{1}{2} m Y$	$\frac{1}{8} Mm X^hY$	$\frac{1}{8} mm X^hY$	$\frac{1}{8} Mm XY$	$\frac{1}{8} mm XY$

Como se observa en la F1, 1/2 son chicos y 1/2 chicas. Teniendo en cuenta que en el enunciado solo se pregunta por la descendencia masculina, hay un 25 % de cada fenotipo: 1/4 miopes – hemofílicos (**Mm X^hY**), 1/4 no miopes – hemofílicos (**mm X^hY**), 1/4 miopes – no hemofílicos (**Mm XY**) y 1/4 no miopes – no hemofílicos (**mm XY**). Referido a ambos sexos, total de la descendencia, sería 1/4 de cada fenotipo.

33. La siguiente molécula representa el acetil-CoA: $\text{CH}_3\text{-CO-S-CoA}$. ¿En qué rutas metabólicas no está involucrada esta molécula?

- a) β -oxidación de los ácidos grasos
- b) Rutas de degradación de aminoácidos
- c) Ciclo de Krebs
- d) Fermentación
- e) Lipogénesis

Solución: d

El acetil-CoA es un metabolito en el que confluyen tanto rutas anabólicas como catabólicas. Respecto a su participación en las rutas mencionadas en la cuestión: se obtiene como producto final de la β -oxidación de los ácidos grasos, actúa como intermediario en la degradación de varios aminoácidos (tirosina, fenilalanina, leucina...) que tras desaminarse y descarboxilarse producen acetil-CoA directamente o a través de diversos intermediarios, en la lipogénesis (síntesis de ácidos grasos) se consume como sustrato inicial y es la molécula que se oxida en el ciclo de Krebs, iniciándose este con su unión al ácido oxalacético para dar ácido cítrico; pero no participa en los procesos fermentativos.

34. Supongamos que tras el descubrimiento de un nuevo planeta se encuentran aguas someras cerradas. Un análisis determinó la presencia de las siguientes sustancias en el agua: amoníaco, urea, ácidos orgánicos monocarboxílicos de cadena corta, polialcoholes e hidroxialdehídos:

- a) Estos datos determinan con certeza la existencia de vida en el pasado del planeta
- b) Según determinadas hipótesis, a partir de estos compuestos podrían formarse biopolímeros
- c) En este planeta ya se ha iniciado un proceso inevitable e irreversible hacia la aparición de la vida
- d) Estos compuestos se encuentran en el agua porque en el planeta existe alguna forma de vida
- e) A partir de estos compuestos podría originarse vida si en la atmósfera del planeta existiese oxígeno

Solución: b

Algunas de las hipótesis planteadas sobre el origen de la vida suponen la síntesis prebiótica de moléculas orgánicas a partir de componentes inorgánicos presentes en una atmósfera no oxidante, la posterior formación de biopolímeros y su evolución hacia formas prebióticas que desembocarían, finalmente, en las primeras estructuras vivas. Aunque Miller consiguió experimentalmente la síntesis de algunas moléculas orgánicas en las condiciones atmosféricas postuladas, este experimento no supone la confirmación de un hecho realmente ocurrido en el pasado terrestre, ni que las moléculas obtenidas evolucionen hacia estructuras vivas, pero sí confirma que es posible la síntesis de ciertas moléculas orgánicas a partir de inorgánicas fuera de los sistemas vivos.

35. A una célula epitelial secretora de mucus (glucoproteína) se le suministran aminoácidos radiactivos con el fin de observar la ruta de estas moléculas hasta la secreción glucoproteica. La radiactividad aparece en una de las siguientes secuencias, independientemente de que también se detecte radiactividad en otros orgánulos intermedios:

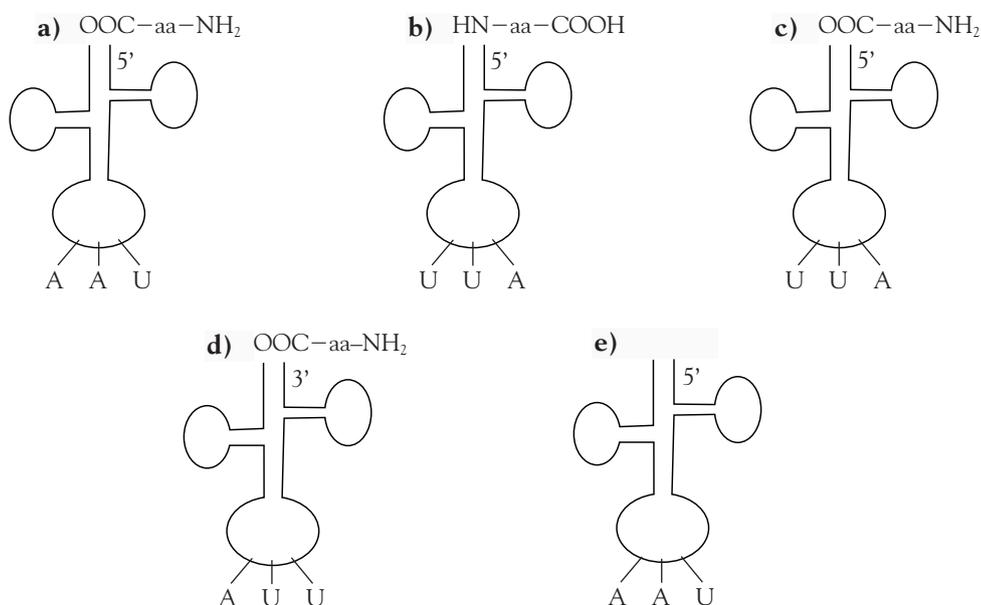
- a) Fagosoma → Lisosoma → Exterior
- b) Citosol → Ribosomas → Aparato de Golgi → Exterior
- c) Citosol → R.E.R. → Ribosomas → Citosol → Exterior
- d) R.E.R. → Aparato de Golgi → Lisosoma → Exterior
- e) R.E.R. → Aparato de Golgi → Vesícula de transición → Vacuola fecal → Exterior

Solución: b

Los aminoácidos atraviesan la membrana celular mediante transporte facilitado por permeasas. Una vez en el citosol, se integran en la síntesis proteica que tiene lugar en los ribosomas; la proteína en síntesis, mediante un péptido señal en su extremo NH_2 , arrastra el ribosoma hasta la membrana del R.E.R., desde donde es transferida al lumen de este orgánulo en el que se elimina el péptido señal y se glicosila de forma primaria. La glucoproteína formada, contenida en vesículas de transición que se desprenden del retículo, llega a la cara *cis*, o de formación, del aparato de Golgi. En su paso por este orgánulo sufre glicosilación definitiva y, posteriormente, es clasificada y empaquetada para salir por la cara *trans* en vesículas de secreción, cuyo destino es la fusión con la membrana plasmática y la consiguiente salida por exocitosis de su contenido glucoproteico al exterior. En ningún caso los aminoácidos son fagocitados ni digeridos en lisosomas y tampoco expulsados en vacuolas fecales.

36. A partir de un gen bacteriano se obtiene por transcripción el siguiente ARNm, que para su traducción precisaría uno de los aminoacil-ARNt representados a continuación:

5' AUGAAUGCAUUA 3'



Solución: c

Un aminoacil-ARNt es la unión de un aminoácido con su ARNt específico (ob-
sérvese que la solución e) carece de aminoácido). La unión se establece me-
diante enlace éster entre el extremo $-OH$ 3' del ARNt y el grupo carboxilo del
aminoácido, lo que descarta las soluciones b) y d). El anticodón del ARNt por-
tador de aminoácido debe ser antiparalelo y complementario a un codón del
ARNm, sólo en la solución c) se da esta circunstancia como se observa:



37. Popularmente las vitaminas son conocidas por su actividad fisiológica. Como estudiante de biología conocerás el papel de algunas de estas moléculas en el metabolismo celular. Indica cuál de estas afirmaciones es cierta:

- a) El NAD^+ deriva de la vitamina B_3 o ácido nicotínico y actúa como coenzima de descarboxilasas
- b) La tiamina o vitamina B_1 no tiene función de coenzima
- c) El complejo vitamínico B está formado por un conjunto de moléculas liposolubles que en general actúan como coenzimas
- d) El FAD y el FMN derivan de la vitamina C o ácido ascórbico y actúan como coenzimas en reacciones de óxido-reducción
- e) La CoA deriva de la vitamina B_5 o ácido pantoténico y su función coenzimática consiste en transportar grupos acilo

Solución: e

Las vitaminas hidrosolubles ejercen una función coenzimática en el metabo-
lismo celular y es a esta acción a la que hacen referencia los supuestos de la
cuestión. Los coenzimas son moléculas orgánicas que intervienen junto a los
enzimas en las reacciones catalizadas por estos, siendo necesarios para
aceptar o ceder los grupos químicos o electrones que se movilizan en la reac-
ción. Para encontrar la solución correcta se debe atender tanto a la compo-
sición vitamínica de los coenzimas mencionados como a su función metabóli-
ca específica. Solo en la respuesta e) ambas afirmaciones son ciertas; el resto
de las respuestas contienen los siguientes errores: a) el NAD^+ no es coenzi-
ma de descarboxilasas, sino que lo es de enzimas deshidrogenasas, b) la tia-
mina actúa como coenzima de descarboxilasas en forma de TTP, c) el comple-
jo vitamínico B es de naturaleza hidrosoluble, y d) el FAD y el FMN no derivan
del ácido ascórbico, sino de la riboflavina (vitamina B_2).

38. Durante el ciclo del nitrógeno se dan oxidorreducciones de productos nitrogenados:

- a) Las plantas oxidan el nitrógeno atmosférico
- b) Las bacterias nitrificantes reducen amoníaco a nitritos
- c) Las bacterias desnitrificantes oxidan amoníaco a nitrógeno atmosférico
- d) Las bacterias fijadoras del nitrógeno obtienen nitrógeno atmosférico a partir de nitritos
- e) Las bacterias nitrificantes oxidan nitritos a nitratos

Solución: e

El nitrógeno atmosférico es fijado bióticamente, mediante oxidación, por algunas especies de microorganismos de vida libre o simbióticos (cianobacterias, *Rizobium*...) conocidos como fijadores del nitrógeno ($N_2 \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO_3^-$) que enriquecen el suelo de este compuesto; las plantas son incapaces de realizar el proceso. En el suelo existen bacterias nitrificantes (Nitrosomas, Nitrobacter...) que oxidan compuestos amoniacales hasta nitritos y nitratos ($NH_3 \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO_3^-$), completando el reciclaje de la materia. En cuanto a la afirmación recogida en c), las bacterias desnitrificantes (*Pseudomonas*...) reducen los nitratos y/o nitritos hasta N_2 atmosférico ($NO_3^- \rightarrow NO_2^- \rightarrow NH_3 \rightarrow N_2$), produciendo el empobrecimiento del suelo. Para solucionar correctamente la cuestión debe considerarse con especial atención si se trata de un proceso de oxidación o de reducción.

39. El sarcoma de Rous o el sida son enfermedades producidas por los llamados «retrovirus», los cuales se caracterizan porque su ácido nucleico es:

- a) ARN monocatenario y se replica a través de intermediarios de ARN bicatenario
- b) ARN bicatenario y se replica a través de intermediarios de ADN monocatenario
- c) ARN monocatenario y se replica a través de intermediarios de ADN bicatenario
- d) ADN complementario y se replica a través de intermediarios de ARN monocatenario
- e) ARN monocatenario y se replica a través de intermediarios de ADN monocatenario

Solución: c

Los retrovirus poseen un genoma formado por ARN monocatenario, que puede presentarse como una sola hebra o fragmentado en varias moléculas. Cuando el ARN viral consigue penetrar en la célula hospedadora, se inicia un proceso de retrotranscripción catalizado por el enzima transcriptasa inversa presente en la partícula vírica mediante el cual se copia la cadena de ARN en otra complementaria de ADN con la que se hibrida; es decir, se forma una molécula mixta $ARN^+ - ADN^-$. Tras la hidrólisis del ARN del híbrido se sintetiza la cadena complementaria del ADN, obteniéndose un ADN bicatenario que puede integrarse en el ADN celular.

40. Imagina que en un laboratorio farmacéutico se aísla un enzima perteneciente al hipotético y exótico pez *Barbus pilosum*, que aplicado regularmente sobre el cuero cabelludo de los hombres calvos activa sus células foliculares para la producción de pelo. La comercialización del enzima requiere su producción en grandes cantidades y por ello se pretende expresar el gen de este enzima en *E. coli*; para lo cual:

- a) Se introduce el gen original del pez en *E. coli*, utilizando como vector un bacteriófago atenuado
- b) Conociendo la secuencia de aminoácidos del enzima se podría obtener un ADN artificial que, introducido en cultivos con *E. coli*, produciría la transformación de la bacteria

- c) La respuesta a) sería cierta si el gen se introduce previamente en un plásmido que pueda recombinarse con el cromosoma bacteriano
- d) La respuesta b) sería cierta siempre que se introduzcan también las secuencias reguladoras del gen del pez
- e) Las respuestas c) y d) son ciertas

Solución: d

Para expresar un gen eucariota del pez en una célula procariota como *E. coli*, habría que resolver dos problemas fundamentales tratados en las respuestas planteadas. Por un lado, la distinta naturaleza de los genes procariotas y eucariotas, los primeros son secuencias continuas que se transcriben y traducen totalmente, mientras que en los segundos existen secuencias no informativas –intrones– alternando con las informativas –exones–, únicas secuencias que se expresan tras la eliminación de los intrones en el proceso de maduración del ARNm; debido a lo anterior, al introducir el gen original del pez en una célula procariota, como indican las soluciones a) y c), se obtendría una proteína cuya secuencia de aminoácidos sería muy distinta a la del enzima deseado. Por otro lado, si se produce artificialmente un gen a partir de la secuencia conocida del enzima, obviaríamos el problema anterior, pero se plantearía el problema de la diferente regulación génica existente en procariotas y eucariotas, por lo que serían necesarios los fragmentos reguladores de la expresión, como se propone en la respuesta d).

41. Las plantas C4 presentan una adaptación evolutiva con una estructura en las hojas llamada anatomía de Kranz; en dichas plantas:

- a) La molécula aceptora del CO₂ es la ribulosa-1,5-difosfato en las células perivasculares
- b) La molécula aceptora del CO₂ es el ácido fosfoenolpirúvico en las células del mesófilo
- c) La fotosíntesis es de bajo rendimiento
- d) La fotorrespiración es rentable
- e) Las respuestas a) y b) son verdaderas

Solución: e

La anatomía de Kranz, característica de cactáceas y crasuláceas, es una adaptación que reduce los efectos perjudiciales de la fotorrespiración. Se refiere a la disposición de las células parenquimáticas de las hojas en dos estratos, el externo, formado por las células del mesófilo carentes del enzima Rubisco y donde se inicia el ciclo de Hatch-Slack al fijar el CO₂ sobre el ácido fosfoenolpirúvico, y el interno, formado por las células perivasculares, donde en una segunda fase es liberado el CO₂. Allí, el enzima Rubisco lo fija sobre la ribulosa-1,5-difosfato iniciando el ciclo de Calvin. De esta manera se consigue aumentar la concentración de CO₂ respecto a la de O₂ y disminuir el proceso de fotorrespiración, catalizado también por Rubisco cuando la concentración de oxígeno es alta, por lo que consigue un mayor rendimiento fotosintético.

42. Elige entre las opciones la que completaría la siguiente frase:

Los sucesos que ocurren en la _____ son los que más se parecen a los de la mitosis, excepto que las células son siempre _____.

- a) Interfase _ _ _ diploides
- b) Interfase _ _ _ haploides
- c) Meiosis II _ _ _ diploides
- d) Meiosis II _ _ _ haploides
- e) Meiosis I _ _ _ haploides

Solución: d

Si se considera el reparto cromosómico, la meiosis II, en la que emigran a polos celulares opuestos las cromátidas hermanas de cada cromosoma, es el proceso que más se asemeja a la mitosis. En todos los casos, las células que inician una meiosis II son haploides y originadas en la meiosis I a partir de células diploides, mientras que la mitosis puede ocurrir tanto en células haploides como diploides, resultando a diferencia de la meiosis células con idéntica dotación cromosómica a las originales.

43. El sistema del complemento, llamado así porque complementa la función de los anticuerpos, está formado por una serie de proteínas séricas llamadas C1, C2, C3... que en ausencia de antígenos están inactivas. ¿Cuáles son las inmunoglobulinas que activan dicho sistema del complemento al unirse a un antígeno?

- a) IgM e IgG
- b) IgA e IgM
- c) IgE e IgA
- d) IgD e IgM
- e) IgG e IgE

Solución: a

El sistema del complemento puede activarse por dos mecanismos, conocidos como **vía clásica** (forma parte de la respuesta inmunitaria adaptativa) y **vía alternativa** (forma parte de la respuesta inmunitaria innata, el sistema del complemento es activado directamente por moléculas antigénicas de la superficie celular microbiana en ausencia de anticuerpos). En la activación por la **vía clásica** participan anticuerpos del tipo IgM e IgG, que unidos previamente a la superficie del microorganismo, inducen la escisión de la proteína C3 del complemento en sus dos fracciones, C3a y C3b, la primera queda libre desencadenando la respuesta inflamatoria y la segunda, que permanece unida a las superficies microbianas, produce el ensamblaje de las restantes proteínas del complemento que, mediante un ataque bioquímico, consiguen la perforación de la pared y la consiguiente destrucción del microorganismo.

44. Las bacterias se pueden someter a una tinción Gram de tal forma que una bacteria Gram⁻ presentará un color rosáceo, ya que no toma el colorante inicial (violeta de genciana) y sí adquiere el colorante final (fucsina); esto es debido a que en la composición de su pared podemos encontrar:

- a) Una pared biestratificada
- b) Sobre la membrana plasmática una capa de mureína y por encima una capa lipídica
- c) Una capa de mureína a la que se asocian proteínas, polisacáridos y ácidos teicoicos
- d) Las respuestas a) y c) son verdaderas
- e) Las respuestas a) y b) son verdaderas

Solución: e

La tinción de Gram identifica bacterias con distinta estructura en su pared celular. Las bacterias que toman el colorante de Gram (Gram⁺) disponen, sobre la membrana celular, de una gruesa pared formada por peptidoglucano (mureína) al que se asocian proteínas, polisacáridos y ácidos teicoicos. Las Gram⁻, por la estructura biestratificada de su pared, formada por una delgada capa de peptidoglucano a la que se une exteriormente una membrana lipídica, no toman el colorante de Gram (violeta de genciana de color morado/violeta) y sí el colorante diferencial (fucsina de color rosa).

45. Durante la gametogénesis de los mamíferos se origina el corpúsculo polar, que:

- a) Es una célula haploide con un cromosoma sexual
- b) Es una célula diploide que se produce en la ovogénesis
- c) Es una célula que se produce en la segunda división meiótica de la espermatogénesis
- d) Es una célula haploide con dos cromosomas sexuales
- e) Las respuestas a) y c) son verdaderas

Solución: a

Durante la gametogénesis, o formación de gametos, se produce una meiosis que consigue la reducción a la mitad del número de cromosomas de la especie. Todas las células resultantes de la espermatogénesis son gametos masculinos, no ocurre así en la ovogénesis, que diferencia dos células haploides morfológicamente distintas en la primera división meiótica, un corpúsculo polar y un oocito II, resultando de la meiosis II un solo óvulo –gameto femenino– y tres corpúsculos polares. Todo producto meiótico, sea óvulo, corpúsculo polar o espermatozoide, al ser haploide contendrá un solo cromosoma sexual.

46. Una de las propiedades de la materia orgánica es que se estructura a base de cadenas carbonadas; esto es debido a que:

- a) El C es el elemento más abundante de la corteza terrestre
- b) El C es un átomo de pequeño volumen y forma enlaces iónicos fuertes
- c) Al azar, puesto que el elemento cualitativamente mayoritario, tanto en la corteza como en los seres vivos, es el H

- d) Es el único elemento de la superficie terrestre capaz de formar enlaces covalentes estables con O e H
- e) Todas las respuestas anteriores son falsas

Solución: e

Algunas de las razones por las que el carbono se organiza formando cadenas y ha sido seleccionado para constituir la base de la materia orgánica son: ser abundante en la corteza terrestre, aunque no es el elemento mayoritario; ser poco voluminoso, lo que le confiere reactividad y, tener cuatro electrones en su capa externa, por lo que tiende a formar enlaces covalentes estables con otros átomos (por su valencia electrónica difícilmente forma enlaces iónicos) como son H, O, N y también con otros C, aunque no es el único elemento con esta capacidad. En cuanto a la respuesta c), el H es el elemento cualitativamente mayoritario en los seres vivos, pero no lo es en la materia mineral.

47. Las endonucleasas de restricción se caracterizan por:

- a) Realizar cortes en secuencias específicas del ADN y dejar extremos «pegajosos»
- b) Al cortar dos ADN de distinta procedencia con el mismo enzima de restricción se podrían formar ADN recombinantes
- c) Extraerse de bacterias, que las utilizan para insertar plásmidos en su cromosoma
- d) Las respuestas a) y b) son verdaderas
- e) Todas las respuestas anteriores son verdaderas

Solución: e

Los enzimas conocidos como endonucleasas de restricción realizan cortes en secuencias internas y específicas del ADN, estas son palíndromos de rotación; es decir, secuencias capicúas que al ser cortadas por el enzima producen fragmentos de ADN en los que aparece un extremo de una sola hebra complementario al extremo libre del otro fragmento, por lo que tienden a unirse, de ahí la denominación de extremos pegajosos. Un mismo enzima de restricción reconocería la misma secuencia en ADN de distinta procedencia, los cortaría dejando en ellos extremos pegajosos y, por tanto, sería posible su posterior recombinación. Las endonucleasas de restricción fueron aisladas por primera vez en *E. coli*, que las utiliza para insertar plásmidos en su cromosoma; posteriormente han sido halladas de otras bacterias y son utilizadas habitualmente en la tecnología del ADN recombinante.

Punto de corte

Extremos pegajosos

— G A A T T C —
— C T T A A G —

EcoRI

Excisión de ADN con extremos pegajosos

Fragmento 1 Fragmento 2

Punto de corte

Palíndromo de rotación en ADN

48. La pinocitosis es un proceso heterofágico que ocurre en todas las células. Las macromoléculas endocitadas quedan englobadas por vesículas cubiertas y una vez perdida la cubierta siguen la siguiente trayectoria:

- a) Endosoma + lisosoma primario → lisosoma secundario
- b) Lisosoma primario → endosoma → lisosoma secundario
- c) Lisosoma primario → lisosoma secundario → endosoma
- d) Lisosoma primario + lisosoma secundario → endosoma
- e) Endosoma → lisosoma primario + lisosoma secundario

Solución: a

En los procesos de endocitosis –pinocitosis y fagocitosis– sustancias procedentes del exterior celular son englobadas por la membrana plasmática mediante la polimerización de la proteína clatrina en su cara interna, que arrastra la membrana hacia el interior del hialoplasma formando una vesícula endocítica. Las vesículas así formadas –endosomas– contienen sustancias que serán digeridas con la participación de lisosomas. Los lisosomas primarios, generados en el aparato de Golgi y cargados de enzimas hidrolíticas se unen, mediante fusión de membranas, al endosoma, generando un lisosoma secundario en cuyo interior ocurre la digestión. Los productos de la digestión atraviesan la membrana y, ya en el citosol, se incorporan al metabolismo celular.

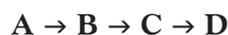
49. La gluconeogénesis se produce en el hialoplasma de las células animales y vegetales, en este proceso:

- a) En ambos casos se sintetiza glucosa a partir de otros azúcares
- b) Se sintetiza glucosa a partir de sustancias no glucídicas, en los dos tipos celulares
- c) En células animales se da a partir del ácido pirúvico y de los aminoácidos
- d) En células animales se da a partir de los ácidos grasos
- e) La b) y la c) son verdaderas

Solución: e

La gluconeogénesis es una ruta anabólica en la que se produce síntesis de glucosa a partir de sustratos no glucídicos. Tanto en las células animales como en las vegetales el proceso puede iniciarse a partir de ácido pirúvico o de aminoácidos, pero la síntesis de glucosa a partir de ácidos grasos solo es posible en algunas células vegetales, las cuales disponen de los enzimas que intervienen en el ciclo del ácido glioxílico contenidos en orgánulos específicos –glioxisomas– no presentes en células animales.

50. La síntesis de los enzimas que intervienen en la siguiente ruta metabólica está regulada por un operón que funciona por represión enzimática:



- a) La sustancia A activa a una proteína represora que bloquea la expresión génica
- b) La sustancia D activa a una proteína represora que bloquea la expresión génica
- c) La sustancia A inhibe a una proteína represora activando la expresión génica

- d) La sustancia D inhibe a una proteína represora activando la expresión génica
- e) La regulación de la ruta funciona en ambos sentidos, la sustancia A activa y la D inhibe la proteína represora.

Solución: b

Un operón está constituido por un conjunto de genes estructurales que codifican para proteínas relacionadas funcionalmente, en este caso proteínas enzimáticas pertenecientes a la ruta especificada en la cuestión; contiene además un gen regulador que codifica para una proteína reguladora de la expresión de los genes anteriores. Los operones pueden actuar por inducción o represión enzimática. En el caso de la represión enzimática, la proteína reguladora nativa presenta conformación inactiva, por lo que los genes estructurales del operón se expresan y la ruta metabólica funciona normalmente obteniéndose, a partir de la sustancia A, la sustancia D. El aumento de los niveles de la sustancia final D induce el cambio conformacional de la proteína reguladora que pasa a ser activa y reprime la expresión génica.

TERCERA OLIMPIADA DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Cuestionario de la categoría ESO

Madrid, 28 de mayo de 2005

III OLIMPIADA BIOLOGÍA (Test)

1. Conmemorando el IV Centenario del Quijote (Cervantes, 1605) nos acercamos a esta obra a través de las numerosas referencias que en ella se hacen a la comida. En tiempos de Cervantes los hábitos alimentarios dependían estrictamente del estrato social. Aquí citamos algunos posibles platos que podían consumir las distintas clases sociales que aparecen en la obra:

- **Duelos y quebrantos:** huevos, panceta, jamón, sesos de cordero, manteca, pan frito, sal y pimienta
- **Atascaburras:** bacalao desalado hervido, patatas, ajos, pan y aceite
- **Caldereta:** carne de cordero, pimientos, tomates, guindilla, ajos, laurel, vino blanco e hígado
- **Tiznao:** bacalao desmenuzado, cebolla, ajo, pimiento, pimentón y algo de guindilla
- **Gazpacho:** carne de caza, pan, ajos e hígado

Con los conocimientos actuales sobre nutrición podemos afirmar que:

- a) Una dieta basada en duelos y gazpacho es hipoproteica
- b) Los alimentos que componen el atascaburras son mayoritariamente plásticos
- c) Los alimentos que componen los duelos y quebrantos son mayoritariamente reguladores
- d) En los alimentos que componen el tiznao no hay alimentos energéticos
- e) Ninguna afirmación es correcta

Solución: d

Según la función que cumplen en el organismo los alimentos se pueden clasificar en: **plásticos**, ricos en proteínas, necesarias para la formación de estructuras celulares y el mantenimiento de procesos fisiológicos y bioquímicos (carnes, huevos y pescado), **reguladores**, provistos de abundantes vitaminas y minerales (verduras, frutas y hortalizas) y **energéticos**, en los que glúcidos y/o lípidos son las biomoléculas mayoritarias (cereales, aceites, etc.). El gazpacho y los duelos no son hipoproteicos (bajo contenido en proteínas), ya que tienen como ingredientes jamón, carne y panceta, se trata por el contrario de platos hiperproteicos; en el atascaburras el único alimento plástico es el bacalao. Es el tiznao el plato que cumple con las premisas, puesto que solo posee alimentos plásticos (el bacalao) y reguladores (hortalizas).

2. Los lípidos son un grupo de biomoléculas insolubles en agua que desempeñan funciones muy diversas en las células. En este grupo no se incluyen:

- a) Triglicéridos, reserva principal de energía en los seres vivos
- b) Vitaminas C y B₃, cuya carencia produce escorbuto y pelagra, respectivamente
- c) Colesterol, componente de la membrana celular
- d) Vitaminas A y D, su carencia produce xeroftalmia y osteomalacia
- e) Son correctas c) y d)

Solución: b

Los lípidos son un grupo muy heterogéneo de biomoléculas, tanto en lo que se refiere a su composición química como a la función que desempeñan. De las moléculas citadas pertenecen a este grupo los triglicéridos o grasas, los esteroideos (vitamina D y colesterol) y los terpenos (vitamina A). Quedan excluidas de este grupo las vitaminas C (ácido ascórbico) y B₃ (ácido nicotínico), las cuales se clasifican como vitaminas hidrosolubles (se disuelven en agua).

3. La serie de reacciones químicas controladas por enzimas que se producen para que sean posibles los intercambios de materia y energía en las células se denominan:

- a) Catabolismo celular
- b) Metabolismo celular
- c) Anabolismo celular
- d) Respiración celular
- e) Fermentación celular

Solución: b

El metabolismo es el conjunto de reacciones químicas controladas por enzimas en el interior de las células para transformar la materia y la energía. Si son reacciones de síntesis de moléculas complejas a partir de otras más sencillas, se denomina anabolismo, y si por el contrario se trata de reacciones de degradación de moléculas complejas en otras más sencillas para la obtención de energía útil, se denomina catabolismo. Algunas de estas reacciones, como la respiración celular, suponen una verdadera combustión, ya que la oxidación es total y el aceptor de electrones es el oxígeno, produciéndose dióxido de carbono, agua y energía almacenada en forma de ATP. En la fermentación se produce energía sin consumo de oxígeno (la oxidación no es completa y el aceptor final de electrones no es el oxígeno, sino algún compuesto de naturaleza orgánica).

4. Con respecto al ciclo celular, tras la mitosis, la célula puede entrar en fase de:

- a) Síntesis del ADN (G₂)
- b) Síntesis de proteínas o traducción (S)
- c) Especialización celular, para desempeñar su actividad en un tejido concreto
- d) Son correctas a) y b)
- e) Son correctas b) y c)

Solución: c

La vida de una célula pasa por una serie regular y repetitiva de periodos a los que se denomina ciclo vital o celular, en el que pueden diferenciarse dos etapas: **fase M** (división celular) e **interfase** o **fase de crecimiento celular**, esta a su

vez se subdivide en tres periodos: **G₁**, se produce tras la mitosis siendo un periodo de crecimiento general y de duplicación de los orgánulos citoplasmáticos; **S**, síntesis de ADN, y **G₂**, donde la célula se prepara para entrar en una nueva mitosis. Dentro de la fase **G₁**, determinadas células dejan de dividirse y entran en la llamada fase **G₀**, durante la cual experimentan una serie de transformaciones que conducen a la diferenciación, de manera que la célula se especializa y expresa aquellos genes que le permiten desempeñar una función concreta en un tejido.

5. Los tendones y ligamentos se caracterizan por presentar una resistencia excepcional al estiramiento. ¿Podrías decir qué tipo de tejido los forman?

- a) Tejido conjuntivo denso
- b) Tejido cartilaginoso elástico
- c) Tejido conjuntivo elástico
- d) Tejido cartilaginoso fibroso
- e) Por b) y c) a la vez

Solución: a

Existen distintos tipos de tejido conjuntivo o conectivo; el **elástico** posee gran cantidad de fibras de elastina que le permiten estirarse sin romperse; el **denso** forma los tendones (unión músculo-hueso) y los ligamentos (unión hueso-hueso) predominando en él las fibras de colágeno que le confieren gran resistencia al estiramiento. El tejido **cartilaginoso elástico** forma la laringe, oreja..., mientras que **el fibroso** forma los discos intervertebrales, meniscos, etc.

6. ¿Cuáles de los siguientes órganos o estructuras pertenecen al sistema linfático?

- a) Amígdalas y timo
- b) Apéndice vermiforme
- c) Bazo y médula ósea roja
- d) Timo y bazo
- e) Todas las respuestas son correctas

Solución: e

El sistema linfático es característico de los vertebrados, complementa al circulatorio conectándose ambos por debajo del cuello en las venas subclavias. Está constituido por la linfa, los vasos, ganglios y órganos linfáticos (timo, amígdalas, apéndice vermiforme, médula ósea roja y bazo). Este sistema tiene varias funciones, entre las que se pueden destacar: transportar las grasas absorbidas en el aparato digestivo, drenar y retirar de los líquidos intersticiales algunas sustancias como proteínas, poner en circulación linfocitos y anticuerpos, retener microorganismos, etc.

7. En la especie humana existen numerosos caracteres heredables, algunos de los cuales están localizados en los autosomas (herencia autosómica) y otros en los cromosomas sexuales (herencia ligada al sexo). ¿Cuáles de las siguientes enfermedades vienen dadas por herencia autosómica?

- a) Hemofilia y daltonismo
- b) Hemofilia y factor Rh
- c) Polidactilia y albinismo
- d) Daltonismo y anemia falciforme
- e) Ninguna respuesta es correcta

Solución: c

Los genes son las unidades estructurales y funcionales de la herencia y contienen la información necesaria para que se manifiesten los caracteres (características propias de un individuo tales como estatura, color de ojos, etc.). En el hombre existen caracteres heredables (tanto normales como patológicos), regulados por genes que se encuentran localizados en los autosomas, como son la polidactilia, el albinismo, el factor Rh y la anemia falciforme recogidos en la cuestión. Otros lo son por genes situados en los cromosomas sexuales X e Y, como la hemofilia y el daltonismo, alteraciones que vienen determinadas por la existencia de un gen recesivo localizado en el cromosoma X.

8. En la espermatogénesis y ovogénesis humana, a partir de una célula madre se obtienen:

- a) 4 espermátidas (n) y 4 óvulos (n)
- b) 4 espermatozoides (2n) y 1 óvulo (n)
- c) 4 espermatozoides (n) y 1 óvulo (2n)
- d) 4 espermátidas (n) y 3 corpúsculos polares (n) y 1 óvulo (n)
- e) 4 espermatozoides (n) y 1 óvulo (n)

Solución: e

La gametogénesis o formación de gametos incluye una división meiótica que consta de dos divisiones sucesivas, tras las cuales se obtienen cuatro células haploides genéticamente distintas. La espermatogénesis se produce en el interior de los tubos seminíferos de los testículos y de cada espermatogonia o célula madre (2n), se obtienen cuatro espermatozoides (n). La ovogénesis se produce en los ovarios de la mujer y de cada ovogonia (2n) se obtiene un solo óvulo (n), ya que tras la primera división meiótica se forma un corpúsculo polar y un ovocito secundario; dicho corpúsculo origina en la segunda división dos nuevos corpúsculos polares y el ovocito forma un tercer corpúsculo y una ovótida, la cual al diferenciarse forma el óvulo (n). Todos los corpúsculos degeneran, por lo que finalmente solo se obtiene una célula de gran tamaño que es el citado óvulo.

9. ¿Cuál/les de las siguientes afirmaciones son correctas?

- a) Las alas de la libélula y las de una gaviota han sufrido un proceso de evolución convergente

- b) Las alas de la gaviota y las del murciélago han sufrido un proceso de evolución divergente
- c) Las extremidades de un caballo, de un orangután y las del delfín son órganos homólogos
- d) Las alas de una libélula y las de un murciélago son órganos análogos
- e) Todas las respuestas son correctas

Solución: e

Se definen como **órganos análogos** aquellos que aparecen como consecuencia de las adaptaciones desarrolladas para desempeñar una función similar en un mismo medio ambiente, pero no tienen el mismo origen evolutivo, sufriendo, por tanto, un proceso de evolución convergente. Por otro lado, los **órganos homólogos** tienen un mismo origen evolutivo a partir de un antepasado común, pudiendo desempeñar funciones distintas en diferentes ambientes es decir, han sufrido un proceso de evolución divergente. Con todo lo anterior, las afirmaciones que se plantean en este caso son todas correctas. Así, las extremidades del delfín, del murciélago, del orangután, del caballo y de la gaviota tienen un mismo origen evolutivo (tetrápodo), desarrollándose una serie de adaptaciones en su estructura para la vida en ambientes diferentes mediante un proceso evolutivo divergente, y presentando en este caso todos ellos órganos homólogos. En el caso de las alas de la libélula y de la gaviota surgen como consecuencia de adaptaciones al mismo medio (aéreo), su función es similar pero no tienen el mismo origen evolutivo, por lo que estos órganos son análogos y presentan una evolución convergente.

10. Cuando decimos que existe consanguinidad entre dos individuos hacemos referencia a que entre ellos:

- a) Coincide el fenotipo del sistema AB0 y del factor Rh
- b) Coincide el genotipo del factor Rh y del sistema AB0
- c) Existe un antepasado común, por lo que tienen parentesco genético
- d) Se puede donar sangre o cualquier otro tipo de órgano
- e) Todas las respuestas son falsas

Solución: c

La consanguinidad no hace referencia al grupo sanguíneo de una persona, ni a su expresión, fenotipo, ni a sus genes o genotipo, como tampoco al hecho de que los individuos puedan donarse sangre u órganos, sino al grado de parentesco genético existente entre dos individuos; es decir, al número de caracteres hereditarios semejantes que poseen al proceder de un antepasado común. Así, el grado de consanguinidad entre dos individuos será mayor cuanto más cercano sea el antepasado que tienen en común.

11. En documentales sobre naturaleza marina vemos a menudo cómo un celentéreo sésil va pegado a un pez para ser transportado. Podemos decir que entre ambos existe una relación:

- a) Interespecífica, llamada foresia
- b) Intraespecífica, denominada tanatocresis

- c) De mutualismo simbiótico, porque ambos individuos llevan a cabo una interacción física
- d) Interespecífica de comensalismo, puesto que solo se beneficia una de las dos especies, el celentéreo sésil.
- e) De ectoparasitismo, ya que el celentéreo sésil vive sobre la superficie del hospedador y obtiene de él recursos alimenticios

Solución: a

En las relaciones que se establecen entre los individuos de un ecosistema se pueden diferenciar las que se producen entre individuos de la misma especie, intraespecíficas, y las que se originan entre individuos de diferentes especies, interespecíficas. La **foresia** se produce entre dos especies distintas donde una proporciona a la otra el beneficio del transporte. En la **tanatocresis**, una especie utiliza los cadáveres, secreciones o restos de otra en su propio beneficio sin un fin nutritivo, como, por ejemplo, el cangrejo ermitaño con las conchas de algunos moluscos. En el **mutualismo simbiótico** ambas especies resultan beneficiadas, siendo una intensa relación física y funcional. El **comensalismo** es una relación entre dos especies que beneficia solo a una (obtiene nutrientes), sin producir daños ni beneficios a la otra. La relación planteada no puede ser de **ectoparasitismo**, ya que el celentéreo no se alimenta del pez.

12. Durante la meiosis tienen lugar dos divisiones sucesivas, la primera división es reduccional y el número de cromosomas se reduce a la mitad, mientras que la segunda división se denomina ecuacional; esta última se caracteriza porque:

- a) No se ha regenerado la envoltura nuclear, ya que la división es inmediata
- b) Se produce la recombinación génica entre los cromosomas en unos puntos llamados quiasmas
- c) No hay replicación previa del ADN, porque los cromosomas son dobles
- d) Son ciertas a) y b)
- e) Son ciertas b) y c)

Solución: c

La segunda división meiótica es similar a la mitosis. Las dos células hijas obtenidas en la primera división (reduccional), cada una de ellas con la mitad del número de cromosomas dobles (dos cromátidas) que su célula progenitora, entran en una breve interfase en la que no se replica el ADN. Las dos cromátidas que posee cada cromosoma se separarán en esta segunda división, obteniéndose al final cuatro células haploides genéticamente distintas. La recombinación o sobrecruzamiento se produce en la profase I de la primera división, concretamente en la subfase de paquiteno, mientras que en la profase II vuelven a desaparecer las membranas de los núcleos que se habían reconstruido en la telofase de la primera división.

13. En el proceso evolutivo según el modelo del equilibrio puntuado propuesto por Stephen J. Gould la evolución opera a saltos, grandes periodos sin cambios apreciables en las especies interrumpidos por súbitos cambios. A estos periodos sin cambios se les denomina:

- a) Radiación adaptativa, las especies se van adaptando a un ambiente diferente
- b) Divergencia genética, cambios pequeños acumulados
- c) Especiación de las poblaciones por aislamiento
- d) Estasis o estabilización de las especies
- e) Ninguna respuesta es correcta

Solución: d

Según el modelo del equilibrio puntuado, la evolución opera a saltos, es decir, grandes periodos de estancamiento o estabilización de las especies denominados **estasis**, en los que no habría ningún cambio apreciable en las mismas, interrumpidos por súbitos episodios donde sí aparecerían cambios de tal magnitud que supondrían la extinción de unas especies y la radiación adaptativa de otras a partir de un ancestro común, surgiendo así un número de especies diferentes, divergencia genética, adaptadas a nuevos hábitat.

14. Para la conservación de alimentos existen varias técnicas, una de las cuales es la pasteurización, que consiste en:

- a) Mantener a los alimentos a bajas temperaturas sin alcanzar el punto de congelación
- b) Conservación por la acción del vinagre y la adición de sal y condimentos
- c) Calentarlos un determinado tiempo a temperaturas inferiores a 72 °C, lo que permite su conservación durante varios días
- d) Mantener a los alimentos a través de altas temperaturas entre 110-140 °C
- e) Conservación de los alimentos con temperaturas muy bajas, entre -40° y -80 °C

Solución: c

Para alargar el tiempo de consumo de los alimentos perecederos muchos de ellos son sometidos a procesos de conservación. La **pasteurización** permite la conservación durante 3-4 días y consiste en calentar súbitamente el alimento con temperaturas inferiores a 72 °C; este rápido calentamiento produce la muerte de la mayoría de los microorganismos (todos los patógenos). Otras técnicas de conservación se basan en mantener temperaturas bajas sin llegar a 0° C (**refrigeración**), o entre -40° y -80 °C (**ultracongelación**). Con la **esterilización** se someten los alimentos a temperaturas entre 110° y 140 °C consiguiéndose la muerte de la totalidad de los microorganismos. También se puede conservar alterando el pH del medio o el equilibrio osmótico de los microorganismos mediante vinagre (encurtido), sal (salazón), etc.

15. El ADN de los genes que heredamos (el genotipo) contiene la información de las características de nuestros progenitores, pero en realidad ¿qué moléculas son las encargadas y responsables de que manifestemos dichas características particulares?

- a) Los aminoácidos c) El ARNm e) Son correctas c) y d)
b) Las proteínas d) El ARNt

Solución: b

Un gen es un segmento de ADN que contiene la información necesaria para sintetizar una cadena proteica (macromolécula formada por moléculas más sencillas, los aminoácidos), siendo las proteínas las responsables del fenotipo de un individuo. Los mecanismos que permiten la expresión de los genes y la formación de proteínas son: la transcripción del ADN (síntesis de ARN_m) y la traducción (síntesis de proteínas, donde el ARN_t transfiere el aminoácido correspondiente hasta el lugar de síntesis en los ribosomas).

16. ¿Por cuáles de las siguientes estructuras (teniendo en cuenta que no se encuentran todas) pasan las ondas sonoras hasta que su información llega al cerebro?

- a) Pabellón auditivo → tímpano → ventana oval → canales semicirculares → utrículo → nervio auditivo → cerebro
b) Tímpano → cadena de huesecillos → ventana oval → perilinfa → endolinfa → órgano de Corti → nervio auditivo
c) Tímpano → martillo → trompa de Eustaquio → ventana oval → caracol → nervio auditivo → cerebro
d) Conducto auditivo → tímpano → ventana oval → sáculo y útriculo → endolinfa → nervio auditivo
e) Tímpano → yunque → estribo → martillo → órgano de Corti → ventana oval → canales semicirculares → nervio auditivo

Solución: b

Las vibraciones que provocan en el aire las ondas sonoras son recogidas por el **pabellón auditivo** y transportadas por el **conducto auditivo** hasta el **tímpano** haciéndole vibrar; esta vibración se transmite a la **cadena de huesecillos** (martillo, yunque, lenticular y estribo), que está en contacto con la **ventana oval**, membrana que conecta el oído medio con el interno. En el oído interno existe un líquido, la **perilinfa**, que ocupa el espacio entre el laberinto óseo y el membranoso, el cual está relleno de la **endolinfa**. La placa basal del estribo transmite la vibración a través de la ventana oval a la perilinfa y de esta a la endolinfa que ocupa el conducto coclear, siendo detectada por los cilios de las células del **órgano de Corti**. Estas generan impulsos nerviosos que a través del **nervio auditivo** llegan a la corteza cerebral. El utrículo y los canales semicirculares del oído interno no intervienen en la audición, sino que se relacionan con el equilibrio.

17. Unos científicos en un viaje de investigación a la cordillera del Himalaya encontraron una especie animal nueva. Observaron que era monógama, puesto que los individuos siempre iban en parejas de macho y hembra. Eligieron a una pareja que presentaba los siguientes caracteres: el macho tenía el pelo de color negro y los ojos marrones, mientras que la hembra presentaba el pelo de color blanco y los ojos verdes. Al cabo de unas semanas de estudio la pareja tuvo dos crías, una de ojos marrones y pelo blanco y otra de pelo negro y ojos verdes. A la vista de ello, ¿qué puedes deducir con respecto a los caracteres color de pelo y color de ojos?

- El color de pelo negro y ojos marrones son dominantes sobre el color de pelo blanco y ojos verdes, además el padre es heterocigótico para ambos
- El padre y la madre son homocigotos para cada uno de los caracteres observados
- Ambos caracteres, color de pelo y color de ojos, son codominantes
- La madre es hemicigota para cada uno de los caracteres
- El color de pelo blanco y color de ojos verdes son caracteres dominantes sobre pelo negro y ojos marrones, además la madre es homocigota para ambos

Solución: a

Teniendo en cuenta que no se conoce cuál es el color de pelo y ojos dominante, para una mejor comprensión de las proposiciones que se plantean realizaremos todos los cruces:

1.º Suponemos que el color de pelo negro y ojos marrones son dominantes sobre color de pelo blanco y ojos verdes y además el padre es heterocigótico (opción a).

Designando los caracteres de la siguiente manera:

Color pelo negro N	Ojos color marrón M
Color pelo blanco n	Ojos color verde m
$N > n$ y $M > m$	

Si el padre es heterocigótico para ambos caracteres, la madre ha de ser homocigótica recesiva para ambos

Padres	Nn Mm	×	nn mm
		↓	
Gametos	NM, Nm, nM, nm	×	nm
F ₁	Nn Mm		Nn mm nn Mm nn mm

La F₁ estaría formada por los siguientes descendientes: 25 por ciento pelo negro y ojos marrones, 25 por ciento de pelo negro y ojos verdes, un 25 por ciento de crías de pelo blanco y ojos marrones y un 25 por ciento de crías de pelo blanco y ojos verdes. En las dos crías que ha tenido la pareja se dan estos casos.

2.º En el segundo supuesto, consideramos el padre homocigótico para ambos caracteres y la madre homocigótica (tanto si es dominante el pelo negro y ojos marrones como si lo fuese el color de pelo blanco y ojos verdes) (opción b).

Padres	NN MM	×	nn mm
		↓	
Gametos	NM	×	nm
		↓	
F ₁		Nn Mm	

La F₁ estaría formada por un 100 por ciento de crías todas ellas iguales (de pelo negro y ojos marrones o pelo blanco y ojos verdes, no se da el caso en las crías nacidas).

3.º Si ambos caracteres fuesen codominantes, el 100 por ciento de las crías de la F₁ presentaría fenotipos distintos a los de sus padres, es decir, los dos colores de pelo blanco y negro a la vez y ojos verdes mezclados con marrón si la herencia fuese codominante, o bien fenotipos intermedios a los dos progenitores si la herencia fuese intermedia, lo cual no se da en el caso que nos ocupa (opción c).

4.º Las hembras no son hemicigóticas para ningún carácter puesto que todos sus cromosomas aparecen como pares de homólogos.

5.º Supuesto que los caracteres pelo blanco y color ojos verdes sean dominantes sobre el pelo negro y ojos marrones siendo además la madre homocigótica para ambos (opción e).

En este caso denominaremos a los caracteres:

Pelo blanco B	Ojos verdes V
Pelo negro b	Ojos marrones v
B > b y V > v	

Al ser dominantes los caracteres pelo blanco y ojos verdes, el padre ha de ser homocigótico recesivo, por lo que el resultado del cruce sería:

Padres	bb vv	×	BBVV
		↓	
Gametos	bv	×	BV
		↓	
F ₁		Bv Vv	

La F₁ estaría formada por un 100 por ciento de crías de pelo blanco y ojos verdes (no es el caso de las que nacieron).

Por todo lo anterior la opción correcta es la a).

18. En el Quijote podemos leer: «... tendieron sobre las zaleas gran cantidad de bellotas avellanadas y juntamente pusieron un medio queso más duro que si fuera hecho de argamasa...». En este fragmento Cervantes hace referencia al bosque mediterráneo; este se caracteriza por una vegetación:

- a) Esclerófila, resistente a altas temperaturas y sequía estacionales
- b) Xerófila, resistente a bajas temperaturas y escasas precipitaciones anuales
- c) Umbrófila, tolerando pequeños intervalos de temperatura
- d) Estenohalinas, tolerando amplios intervalos de humedad
- e) Perennifolia, para mantener un nivel constante de humedad en las hojas

Solución: a

El clima mediterráneo está caracterizado por inviernos fríos y veranos cálidos y secos. La sequedad ambiental hace que la vegetación presente distintas adaptaciones, como: raíces profundas, hojas pequeñas y rígidas, corteza gruesa, etc., encaminadas a minimizar la pérdida de agua. El árbol típico de este bosque es la encina; su raíz es muy profunda y las hojas (perennes) presentan una gruesa cutícula que dificulta la pérdida de agua por transpiración, sus frutos son las bellotas. Existen dos variedades de encinas en la Península Ibérica, *Quercus ilex ilex* y *Quercus ilex rotundifolia*. Todas las demás opciones contienen errores en su definición, por lo que no son correctas.

19. La nicotina es una sustancia que se encuentra en el tabaco; su presencia en el organismo produce estrechamiento de los vasos sanguíneos y favorece la aparición de ciertas enfermedades, entre ellas:

- a) Cólico biliar
- b) Vegetaciones
- c) Pulmonía
- d) Varices
- e) Hipertensión

Solución: e

Todo el mundo sabe que fumar perjudica la salud. Entre las sustancias que contiene el tabaco se encuentran los alquitranes, potentes agentes cancerígenos que paralizan el epitelio ciliar de los conductos respiratorios, y la nicotina, que produce vasoconstricción en las arterias favoreciendo la aparición de enfermedades cardiovasculares como la hipertensión. Las demás opciones nada tienen que ver con la pregunta planteada, ya que el cólico biliar se produce por obstrucción de las vías biliares, las vegetaciones por la inflamación de las amígdalas faríngeas, la pulmonía por infección y las varices por dilatación permanente de las venas, habitualmente por insuficiencia de sus válvulas.

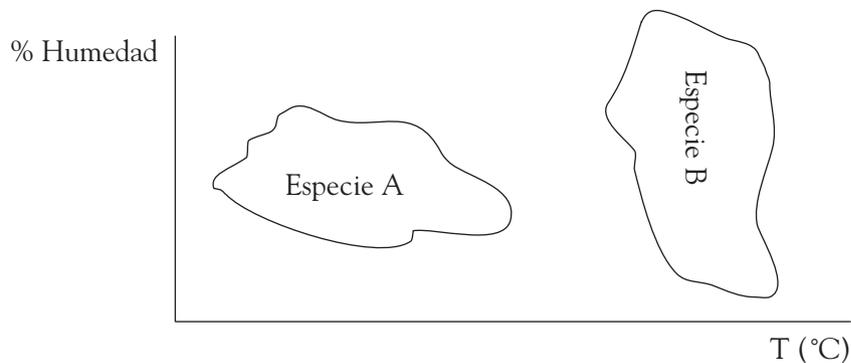
20. El oso hormiguero tiene un trompa larga que utiliza para cazar hormigas succionándolas del hormiguero. Teniendo en cuenta la teoría más aceptada actualmente sobre la evolución, la presencia de la trompa se debe a:

- a) La reproducción sexual, que permite que de progenitores sin trompa se produzcan descendientes con trompa
- b) Una necesidad para sobrevivir en un medio con abundantes hormigas
- c) El uso continuado de la trompa en la actividad de succionar hormigas
- d) El éxito evolutivo de los individuos con trompa
- e) La lucha por la existencia con otras especies dotadas de trompa

Solución: d

Dentro de una especie, la variabilidad es producida por la recombinación genética en la meiosis y por las mutaciones, causa primaria de la misma; estas son al azar y por ello los cambios no son intencionados. El resultado de la selección natural, y por tanto el éxito evolutivo, hará que las poblaciones estén cada vez mejor adaptadas a su ambiente (abundantes hormigas en el caso planteado) como consecuencia del aumento de las frecuencias con que aparecen las combinaciones alélicas más ventajosas, presencia y longitud de la trompa. La respuesta c), el uso continuado de la trompa, es un pensamiento lamarckiano (la función crea el órgano).

21. La siguiente gráfica representa los márgenes de tolerancia de dos especies frente a dos factores del medio:



- a) Ambas especies pueden coexistir en determinados valores comunes de temperatura y humedad
- b) Las especies solo coexisten en valores de humedad soportables para la especie A
- c) La especie B es euriterma y la A estenoterma
- d) Estas dos especies son incompatibles en el mismo medio
- e) Las respuestas c) y d) son ciertas

Solución: d

Como puede apreciarse en la gráfica, las especies presentan valores comunes dentro de sus respectivos límites de tolerancia a la humedad, pero no así para la temperatura, por lo que nunca podrán encontrarse espacialmente en el mismo medio. Aunque la especie B es estenoterma, es decir, tolera pequeñas variaciones de temperatura, y la especie A euriterma, en ella el intervalo de tolerancia es mucho más amplio, ningún valor de temperatura es apropiado para la supervivencia común de estas especies. En cuanto a los valores de humedad, la especie B presenta un intervalo de tolerancia amplio (higroeuoica) que incluye el de la especie A (higroestenoica).

22. Un espermatozoide humano desde su lugar de formación hasta el lugar de encuentro con el óvulo pasaría, entre otros, de forma sucesiva por los siguientes órganos:

- a) Tubos seminíferos → epidídimo → conducto deferente → próstata → uretra → útero → vagina
- b) Testículo → conducto deferente → pene → vagina → útero → trompa de falopio → ovario
- c) Tubos seminíferos → epidídimo → conducto deferente → pene → vagina → trompa de falopio → útero
- d) Testículo → uretra → conducto deferente → pene → vagina → útero → trompa de falopio
- e) Tubos seminíferos → epidídimo → conducto deferente → uretra → vagina → útero → trompa de falopio

Solución: e

Dentro de los **testículos** se encuentran los **tubos seminíferos**, donde se forman los espermatozoides. Estos se desplazan hasta el **epidídimo**, almacenándose hasta que ascienden por los **conductos deferentes** o **espermáticos**, en cuyo tramo final se unen con las secreciones vertidas por las vesículas seminales, para finalmente pasar a la **uretra**, donde la próstata vierte líquido prostático, quedando así constituido el semen, que sale al exterior durante la eyaculación. Producida esta, los espermatozoides son depositados en el fondo de la **vagina**, accediendo al **útero** para posteriormente alcanzar al óvulo en una de las **trompas de Falopio**, donde tiene lugar la unión de los gametos o fecundación.

23. Entre las glándulas del sistema endocrino que vierten su contenido hormonal directamente a la sangre, NO es cierto que:

- a) La corteza suprarrenal secreta aldosterona favorecedora de la retención de agua y sodio
- b) El tiroides segrega calcitonina, hormona que estimula la osificación de los huesos
- c) El glucagón secretado por la hipófisis disminuye la concentración de glucosa en sangre
- d) La adrenalina secretada por la médula suprarrenal eleva el nivel de glucosa en sangre y acelera el ritmo cardíaco
- e) Tanto estrógenos como progesterona son secretadas por ovarios (folículo y cuerpo lúteo)

Solución: c

El sistema hormonal o endocrino está formado por un conjunto de glándulas endocrinas que segregan sustancias químicas llamadas hormonas; estas son vertidas directamente a la sangre o al medio intercelular, actuando como mensajeros. Efectivamente, todas las afirmaciones que se proponen son ciertas, excepto la opción c), ya que el glucagón **no** es secretado por la hipófisis, sino por el páncreas, y **no** disminuye la concentración de glucosa en sangre sino que la aumenta.

24. Un agricultor, portador de una tenia, siembra un patatar para uso doméstico. En las hojas de las patatas viven las orugas del escarabajo de la patata y una población de gorriones que son cazados y comidos por el agricultor. Elige la red trófica más larga que se ajuste al enunciado descrito:

a) Tenia → patata → oruga → escarabajo → gorrión → hombre



b) Patata → escarabajo → gorrión → hombre → tenia

c) Tenia → patata → escarabajo → oruga → gorrión → hombre



d) Patata → hombre → tenia → oruga → escarabajo → gorrión

e) Patata → escarabajo → gorrión → hombre → tenia



Solución: e

Toda cadena o red trófica ha de comenzar por los productores, que elaboran la materia orgánica para el resto de los niveles tróficos, lo que implica que las opciones a) y c) no sean correctas; por otro lado, la opción d) tampoco lo es, puesto que la tenia (parásito humano) no sirve de alimento a la oruga y esta no es consumida por el escarabajo (la oruga es una fase del ciclo vital del mismo). Por tanto, las opciones b) y e) son correctas, pero esta última es la red trófica más larga que se ajusta al enunciado de la pregunta, ya que la patata sirve de alimento tanto a los escarabajos como al hombre, puesto que este tiene el patatar para su uso, los escarabajos sirven de alimento a los gorriones y estos al hombre, siendo la tenia consumidor cuaternario al parasitarle.

25. La lluvia ácida es un problema medioambiental producido por:

- a) La emisión de CFC a la atmósfera
- b) Los altos niveles de CO₂ atmosférico
- c) Los rayos ultravioletas que reaccionan con el agua y la acidifican
- d) La presencia de óxidos de N y S en la atmósfera
- e) El ácido clorhídrico que se emite en las combustiones

Solución: d

Los óxidos de azufre y de nitrógeno procedentes de actividades industriales, liberados a la atmósfera reaccionan en ella con agua en presencia de oxígeno, oxidándose y dando lugar a los ácidos sulfúrico y nítrico, responsables de la acidificación del agua de lluvia o de otras precipitaciones tales como la niebla o nieve ácida. La emisión de CFC destruye la capa de ozono, la cual protege a los seres vivos de los rayos solares ultravioleta y, por otro lado, los altos niveles de CO₂ impiden la salida de los rayos infrarrojos reflejados por la superficie terrestre, lo que aumenta el efecto invernadero responsable del cambio climático.

III OLIMPIADA BIOLOGÍA (Preguntas cortas)

1. Completar con las palabras correctas:

Los ácidos nucleicos son moléculas complejas formadas por la unión de otras más sencillas llamadas, y estos a su vez están formados por otras tres moléculas unidas, siendo:

- Una pentosa que puede ser o
- Una y
- Un

Una molécula de este tipo es el, que almacena durante la respiración celular y la libera cuando se desprende de una molécula de ácido y se transforma en

Los ácidos nucleicos más importantes son:

El, en cuya composición aparece el monosacárido, y el, en el que el monosacárido es

Solución

Las palabras que completarían el texto aparecen escritas en negrita.

Los ácidos nucleicos son moléculas complejas formadas por la unión de otras más sencillas llamadas **nucleótidos**, y estos a su vez están formados por otras tres moléculas unidas, siendo:

- Una pentosa que puede ser **ribosa** o **desoxirribosa**
- Una **base nitrogenada** y
- Un **ácido fosfórico**

Una molécula de este tipo es el **ATP**, que almacena **energía** durante la respiración celular y la libera cuando se desprende de una molécula de ácido **fosfórico** y se transforma en **ADP**.

Los ácidos nucleicos más importantes son:

El **ADN**, en cuya composición aparece el monosacárido **desoxirribosa**, y el **ARN**, en el que el monosacárido es **ribosa**.

2. Rellena el siguiente cuadro:

Funciones	Orgánulo	Presencia/ausencia membranas (en caso de presencia indicar si la membrana es simple o doble)
Fotosíntesis		
	Mitocondria	
Síntesis de proteínas		
	Vacuola	
Contenido información genética		

Solución

Las palabras que no están escritas en letra negrita son las que completarían el cuadro.

Funciones	Orgánulo	Presencia/ausencia membranas (en caso de presencia indicar si la membrana es simple o doble)
Fotosíntesis	Cloroplasto	Membrana doble
Respiración celular	Mitocondria	Membrana doble
Síntesis de proteínas	Ribosomas	Ausencia
Almacenamiento	Vacuola	Membrana simple
Contenido información genética	Núcleo	Membrana doble

3. Razona la causa por la que se considera que la evolución de las angiospermas transcurre paralelamente a la de los insectos (máximo 3 líneas):

Solución

A la hora de responder se pueden utilizar distintos conceptos, tales como mutación, selección natural, variabilidad genética, reproducción sexual, polinización entomógama, etc., pero el **concepto de coevolución** fue el criterio más importante tenido en cuenta a la hora de la corrección. Puede definirse coevolución como la variación evolutiva correlacionada entre especies mutuamente dependientes, seleccionándose la eficacia que resulta de la relación de beneficio mutuo que se establece entre organismos de distintas especies. Fue durante el periodo Terciario (Cenozoico), donde tuvo lugar esta coevolución entre las angiospermas (plantas con flor) que desarrollan numerosas adaptaciones (nectarios, olores intensos parecidos a las feromonas de algunos insectos...) destinadas a atraer a los insectos que se encargan de su polinización los cuales a su vez sufrieron modificaciones, sobre todo en sus aparatos bucales para conseguir el alimento de las flores.

4. Completa la siguiente tabla teniendo en cuenta el código genético:

ADN Complementario al que se transcribe	AAA				
ADN Que se transcribe		ACA			
ARNm			ACA		
Anticodón				ACA	
Aminoácido					Met

CÓDIGO GENÉTICO

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

Solución

Los tripletes y aminoácidos están escritos en negrita.					
ADN Complementario al que se transcribe	AAA	TGT	ACA	TGT	ATG
ADN Que se transcribe	TTT	ACA	TGT	ACA	TAC
ARNm	AAA	UGU	ACA	UGU	AUG
Anticodón	UUU	ACA	UGU	ACA	UAC
Aminoácido	Lys	Cys	Thr	Cys	Met

5. En una especie de mamífero se encontró que su dotación cromosómica es $2n = 20$. Indicar:

- a) Número de autosomas de una célula mamaria de la hembra: ____
 b) Número de cromosomas sexuales de una célula del testículo del macho: ____

- c) Número de autosomas de un espermatozoide: ____
- d) Número de cromosomas sexuales de un espermatozoide: ____
- e) Número de autosomas de un óvulo: ____
- f) Número de cromosomas sexuales de un óvulo: ____
- g) Número de cromosomas en placa ecuatorial durante la mitosis de una célula hepática: ____
- h) Número de filamentos cromatínicos en el núcleo de una célula recién originada por ____
- i) Número de centrómeros durante la anafase de una célula en mitosis: ____
- j) Número de telómeros durante la metafase de una célula en la primera división meiótica: ____

Solución

Los números que corresponden a cada opción aparecen escritos en negrita.

- a) Número de autosomas de una célula mamaria de la hembra: **18**
- b) Número de cromosomas sexuales de una célula del testículo del macho: **2**
- c) Número de autosomas de un espermatozoide: **9**
- d) Número de cromosomas sexuales de un espermatozoide: **1**
- e) Número de autosomas de un óvulo: **9**
- f) Número de cromosomas sexuales de un óvulo: **1**
- g) Número de cromosomas en placa ecuatorial durante la mitosis de una célula hepática: **20**
- h) Número de filamentos cromatínicos en el núcleo de una célula recién originada por mitosis: **20**
- i) Número de centrómeros durante la anafase de una célula en mitosis: **40**
- j) Número de telómeros durante la metafase de una célula en la primera división meiótica. **80**

6. Una familia amante de la naturaleza ha construido una charca artificial en su finca, protegida de tal manera que no hay posibilidad de que existan interacciones con el medio en el que se ha situado. Han introducido todo tipo de plantas y animales (peces, ranas, insectos..., capaces de sobrevivir en ella) en cantidad suficiente como para formar un pequeño ecosistema.

Entre los insectos destaca una especie de libélula que presenta color negro brillante en su abdomen y que se denomina *Coloritus sp.* variedad negra, de la cual existe una variante (mutación) que presenta el abdomen de color verde conocida como *Coloritus sp.* variedad verde. El número de ejemplares introducidos de cada variante ha sido el mismo, 100. Pasado cierto tiempo se capturaron todas, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

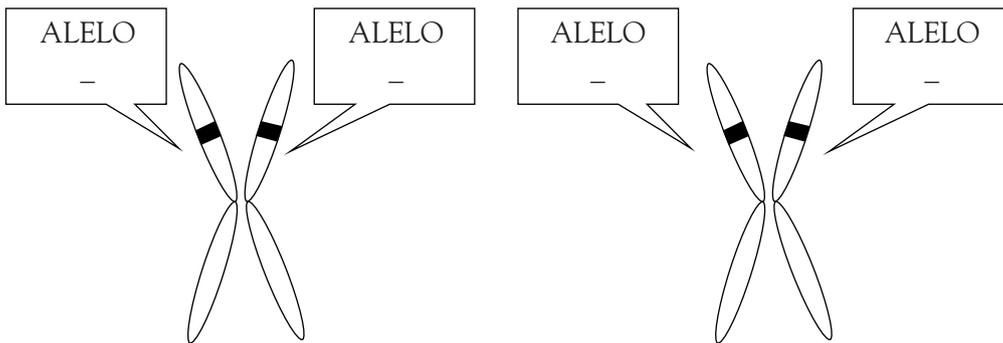
Variedad de libélula	soltadas	capturadas
<i>Coloritus sp.</i> negra	100	27
<i>Coloritus sp.</i> verde	100	62

¿Por qué crees que hay esta diferencia en las proporciones de *Coloritus* capturadas?

Solución

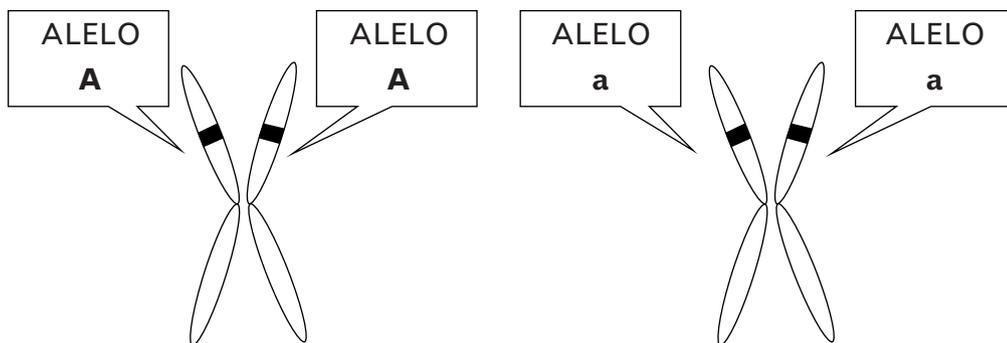
Poner de manifiesto el papel desarrollado por el medio ambiente como agente encargado de la selección natural y señalar cómo el abdomen de color verde hace que la variedad mutante de esta especie pase más inadvertida (mimetizada) en el medio que la especie de abdomen de color negro, la cual sufre mayor presión de depredación, fueron los conceptos que se tuvieron en cuenta a la hora de corregir la cuestión.

7. Los cromosomas representados son una pareja de homólogos pertenecientes a un individuo heterocigótico (Aa) para un carácter controlado por un gen, cuyo locus está marcado en el esquema con una banda negra. Señalad la situación de los alelos en los cromosomas.



Solución

La situación de los alelos aparece en negrita.



8. Imagina que la producción neta primaria de un huerto sembrado por un hortelano es de $7,5 \cdot 10^7$ cal /día y que el hombre requiere 2 500 kcal /día.
- Halla el número de personas que podrían ser mantenidas por el huerto si fuesen vegetarianos
 - Si por el contrario se alimentaran ovejas del huerto y de estas la familia del hortelano ¿qué número de personas vivirían, sabiendo que entre leche y carne proporcionan 12 500 kilocalorías /día?
 - Al comparar los resultados de a) y b), ¿qué razón encuentras?

Solución

a) La producción primaria bruta (PB) es la cantidad de energía fijada por los productores de un ecosistema. Incluye la producción primaria neta (PN) o energía asimilada y almacenada en los tejidos vegetales y la utilizada en la respiración (R).

$$PB = PN + R$$

La producción primaria neta es la que queda a disposición del siguiente nivel trófico.

En el ejercicio planteado la producción neta es $7,5 \cdot 10^7 \text{ cal/día} = 7,5 \cdot 10^4 \text{ kcal/día}$. Suponiendo que toda esta energía es aprovechada por el hombre:

$$7,5 \cdot 10^4 \text{ kcal/día} / 2\,500 \text{ kcal/día} \times \text{persona} = 30 \text{ personas}$$

En realidad esta tasa de transferencia no es real, puesto que no toda la energía disponible se transfiere y tampoco toda la transferida es asimilada.

b) Si el hortelano se alimentase de las ovejas:

$$12\,500 \text{ kcal/día} / 2\,500 \text{ kcal/día} \times \text{persona} = 5 \text{ personas}$$

El primer caso se corresponde con la cadena trófica:

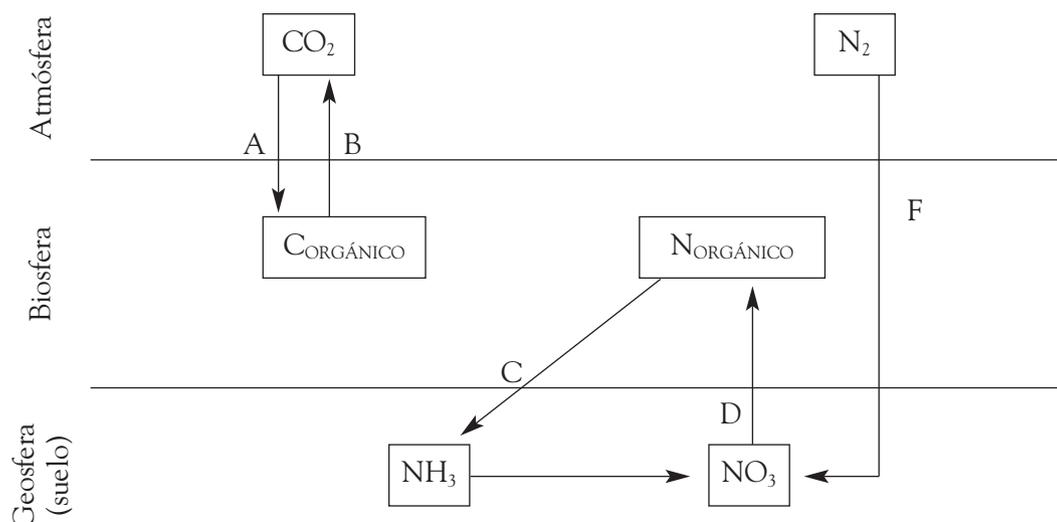
Productor (huerto) → consumidor primario (hombre)

Y en el segundo con:

Productor (huerto) → consumidor primario (oveja) → consumidor secundario (hombre)

Sabiendo que un nivel trófico solo asimila el 10 por ciento de la energía disponible en el nivel anterior, a mayor número de eslabones o de transferencias de energía que se produzcan mayores serán las pérdidas energéticas, por tanto, la alimentación vegetariana es mucho más rentable desde el punto de vista energético.

9. Fijaos en el siguiente esquema y determinad los procesos que representan las letras:

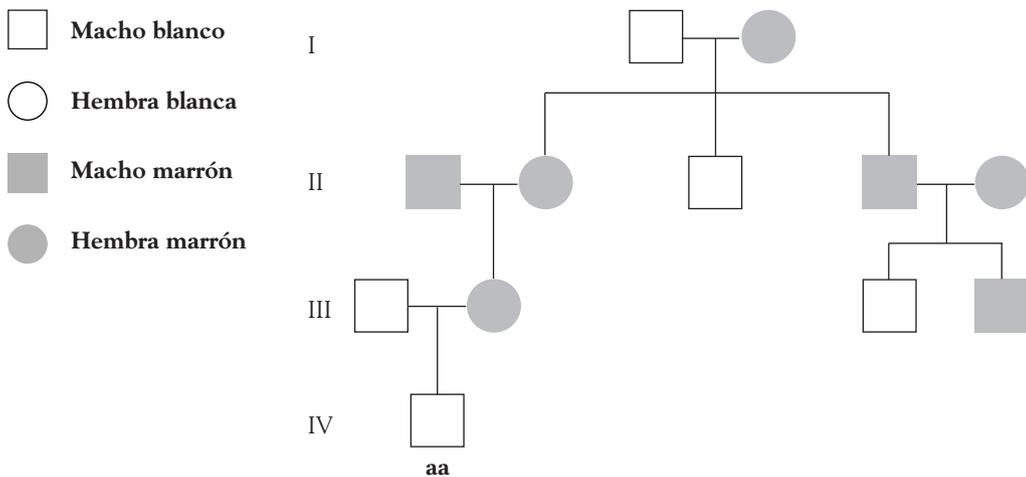


A:	D:
B:	E:
C:	F:

Solución

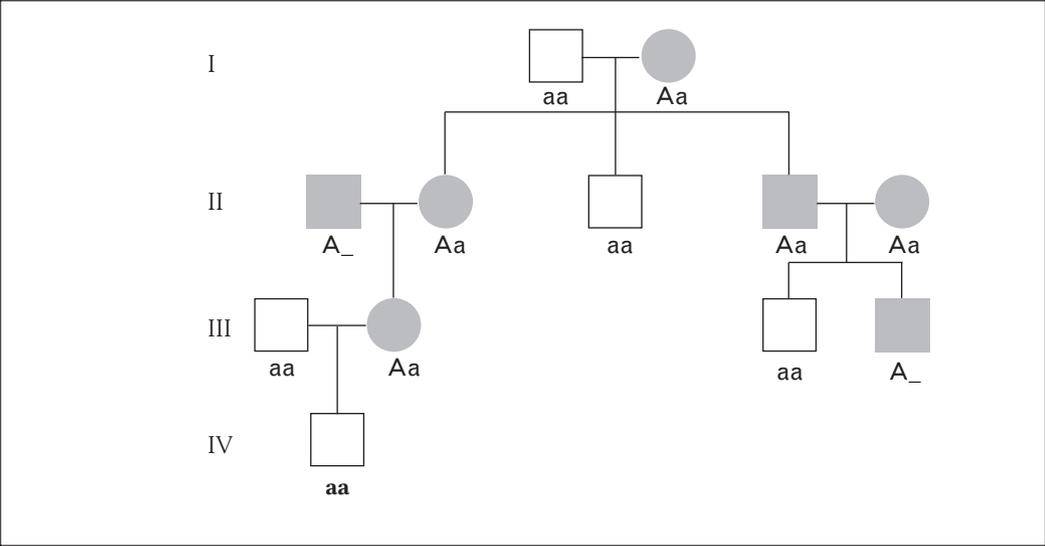
Los procesos que representan cada una de las letras serían:	
A: fotosíntesis	D: fotosíntesis
B: respiración celular	E: nitrificación
C: descomposición - amonificación	F: fijación de nitrógeno atmosférico

10. El color marrón del pelaje de Chewaka se debe al alelo dominante de un gen frente al alelo recesivo del mismo gen que produce color blanco. El siguiente pedigrí representa la genealogía de varias generaciones. Halla los genotipos hasta donde se pueda determinar, teniendo en cuenta la lectura del margen:



Solución

Todos los individuos del pedigrí de color blanco son homocigóticos recesivos (aa) y todos los marrones presentarán al menos un alelo A. De los individuos II 1 y III 4 no se puede deducir el genotipo completo, indicándose como A_. Del individuo II 1 no se conoce su genealogía anterior y del individuo III 4 se sabe que los dos progenitores son heterocigóticos debido a que tienen ya un hijo aa. Según la segunda ley de Mendel, del cruce de dos heterocigóticos se obtiene una proporción fenotípica 3:1; de ellos, los individuos de fenotipo dominante tienen 1/3 de probabilidad de ser de genotipo AA y 2/3 de ser Aa.



TERCERA OLIMPIADA DE BIOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Cuestionario de la categoría Bachillerato

Madrid, 28 de mayo de 2005

III OLIMPIADA BIOLOGÍA

1. «Soy un genio subido a hombros de gigantes» (Newton, 1642-1727).

Con esta frase Newton quiso significar el carácter constructivo de la Ciencia, donde los nuevos conocimientos se apoyan en los trabajos realizados por muchos otros científicos anteriores. Tú, joven investigador, necesitará como fuente de conocimiento e inspiración el estudio de los trabajos publicados en el campo científico. Demuestre que ha iniciado ya el proceso estableciendo la relación correcta entre algunos científicos, muchos de ellos premio Nobel, y su aportación a la Biología:

1. Estructura de la doble hélice del ADN	5. Regulación de genes por operón
2. Teoría quimiosmótica de la fosforilación oxidativa	6. Leyes de la herencia biológica
3. Evolución de las especies por selección natural	7. El término de célula
4. Importantes estudios citológicos	8. Derrota de la teoría de la generación espontánea

- a) 1 - Watson y Crick, 3 - Lamarck, 5 - Jacob y Monod, 7 - Hooke, 8 - Pasteur
- b) 1 - Watson y Crick, 4 - Jacob y Monod, 6 - Mendel, 7 - Hooke, 8 - Fleming
- c) 3 - Darwin, 4 - Golgi y Ramón y Cajal, 5 - Watson y Crick, 6 - Mendel, 7 - Pasteur
- d) 2 - Mitchell, 3 - Darwin, 4 - Golgi y Ramón y Cajal, 5 - Jacob y Monod, 8 - Pasteur
- e) 3 - Darwin, 4 - Golgi y Ramón y Cajal, 5 - Jacob y Monod, 6 - Mendel, 8 - Hooke

Solución: d

La relación entre los científicos y las aportaciones a la Biología mencionadas en el texto es la siguiente: **Watson y Crick** obtuvieron el premio Nobel en 1962 por su modelo en doble hélice del ADN; **Mitchell**, en 1961, propuso la teoría quimiosmótica para la fosforilación oxidativa; **Darwin** en su libro *El origen de las especies* (1859), establece como mecanismo evolutivo la selección natural; **Golgi y Ramón y Cajal** recibieron conjuntamente el Nobel en 1906 por sus aportaciones a la citología, el primero por descubrir el orgánulo que lleva su nombre y el segundo por determinar en el tejido nervioso células independientes; **Jacob y Monod**, al desarrollar el modelo del operón para explicar la regulación génica, consiguieron ser premio Nobel en 1965; **Mendel** es considerado el padre de la genética por sus estudios sobre la herencia de los caracteres y la formulación de las leyes que llevan su nombre, publicadas en 1866; **Hooke**, en 1665, utilizó por primera vez el término de célula para describir las estructuras microscópicas observadas en laminillas de corcho; **Pasteur**, en 1861, consiguió desterrar experimentalmente la teoría de la generación espontánea. Otros autores citados en las soluciones son **Lamarck** (1744-1829), que postulaba como mecanismo de evolución biológica la herencia de los caracteres adquiridos, y **Fleming**, premio Nobel en 1945 por el descubrimiento de la penicilina.

2. En una especie con determinación cromosómica del sexo los gametos de las hembras pueden tener diez u once cromosomas; es cierto que:

- a) Todos los gametos del otro sexo tendrán 10 cromosomas
- b) Las células somáticas del macho contendrán 22 cromosomas
- c) En las hembras existirán células somáticas con 20 y 22 cromosomas
- d) Los gametos de los machos contendrán también 10 o 11 cromosomas
- e) La información del enunciado no puede ser cierta

Solución: b

El caso planteado trata de una determinación del sexo mediante cromosomas sexuales, donde la hembra es heterogamética (Z0) como se deduce al observar en el enunciado la existencia de gametos con diferente número de cromosomas. En este sexo, por meiosis se generarán la mitad de los gametos con el cromosoma sexual Z y la otra mitad sin él, lo que se corresponde con el diferente número de cromosomas contenidos en los gametos del planteamiento. La dotación cromosómica de la especie será $2n = 22$, teniendo las hembras en sus células somáticas 21 cromosomas (20 autosomas + Z) y los machos 22 (20 autosomas + ZZ). Los gametos masculinos contendrán siempre once (10 autosomas + Z) y los femeninos podrán tener diez (10 autosomas) u once (10 autosomas + Z).

3. La pared celular es una estructura, presente solo en algunas células, que rodea a la membrana y proporciona soporte esquelético y protección; en concreto, la pared primaria se caracteriza por:

- a) Estar formada por celulosa y almidón
- b) Ser la capa más externa que aparece en los vegetales
- c) Formarse la primera, posteriormente ser degradada y sustituida por la pared secundaria
- d) Interrumpirse en los plasmodesmos pero no en las punteaduras
- e) Las respuestas c) y d) son verdaderas

Solución: d

En la pared celular de células vegetales se observan dos componentes claramente diferenciados: moléculas de celulosa, cuya agregación da lugar a fibras y matriz, que une dichas fibras y está formada principalmente por pectina, hemicelulosa, agua y sales minerales, existiendo en algunos casos glucoproteínas, lignina, suberina u otras sustancias. En la pared se distinguen varias capas; si se parte de una célula que acaba de dividirse, la primera capa que se forma a partir de la membrana plasmática es la **lámina media**, común a las dos células, compuesta fundamentalmente por pectinas y proteínas que se unen después a iones Ca^{2+} . Entre la lámina media y la membrana plasmática se sitúa posteriormente la **pared primaria** formada por capas ricas en celulosa, aunque el elemento mayoritario es la matriz. Por último, entre la pared primaria y la membrana puede desarrollarse la **pared secundaria**, en la que predomina la celulosa sobre la matriz.

Por tanto, la pared primaria no es la capa más externa, no es sustituida por la secundaria, y sí está compuesta por polisacáridos pero entre ellos no se encuentra el almidón. La respuesta correcta es la opción d), ya que en la pared pueden aparecer diferenciaciones que permiten que esta estructura vegetal sea más permeable, como son las punteaduras y los plasmodesmos. Las primeras son adelgazamientos donde solo existe lámina media y pared primaria, las segundas son conductos citoplasmáticos que comunican células vecinas atravesando por completo todas las capas externas de la célula vegetal y donde, por tanto, no hay pared primaria.

4. En un planeta imaginario se encuentra que la vida está basada en proteínas y ácidos nucleicos, el número de nucleótidos es el mismo que en la Tierra, sin embargo el de aminoácidos es superior, habiéndose identificado hasta 1 000; de este hecho se deduce que como mínimo el número de nucleótidos que formará un codón será de:

- a) Dos
- b) Tres
- c) Cuatro
- d) Cinco
- e) Seis

Solución: d

Tras comprobarse la hipótesis de «un gen-un polipéptido» quedó establecido que una secuencia de nucleótidos del ADN contiene información para la secuencia de aminoácidos de una cadena polipeptídica o un ARN. Posteriormente se determinó cuántos nucleótidos eran necesarios para codificar un aminoácido, dicho de otra forma, el número de nucleótidos que tiene un codón. Como el número de nucleótidos es cuatro y el de aminoácidos proteicos 20, el codón debe ser de tres nucleótidos, ya que con este número se establecen $4^3 = 64$ combinaciones posibles, que resultan suficientes para codificar los 20 aminoácidos. Siguiendo el mismo razonamiento, y dado que en este caso se plantea que hay 1 000 aminoácidos diferentes, el codón en este supuesto planeta debe estar formado por más de tres nucleótidos. Si realizamos todas las combinaciones que plantea el enunciado; $4^2 = 16$, $4^3 = 64$, $4^4 = 256$, $4^5 = 1\ 024$ y $4^6 = 4\ 096$, queda demostrado que el codón debe tener al menos cinco nucleótidos que darían 1 024 posibles combinaciones, suficientes para codificar los 1 000 aminoácidos existentes en el planeta.

5. En un experimento se han empleado los siguientes enzimas de restricción para degradar un fragmento circular de ADN: EcoR I, Hae III y Kp I. A continuación, se ha realizado una electroforesis y se ha comparado el resultado de la degradación con un patrón de moléculas cuyo número de nucleótidos es conocido. Al observar el resultado se puede afirmar que el fragmento circular de ADN tiene:

Número nucleótidos	Migración moléculas patrón	Migración de los fragmentos cortados por los enzimas de restricción		
		EcoR I	Hae III	Kp I
10 000	-			
9 000	-			
8 000	-			
7 000	-	-		
6 000	-		-	-
5 000	-			
4 000	-			
3 000	-	-	-	
2 000	-			-
1 000	-		-	

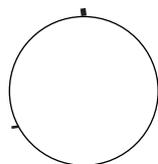
- a) 10 000 nucleótidos y es cortado en 3 sitios por el enzima Kp I
- b) 10 000 nucleótidos y es cortado en 2 sitios por el enzima Hae III
- c) 8 000 nucleótidos y es cortado en 2 sitios por el enzima Kp I
- d) 8 000 nucleótidos y es cortado en 3 sitios por el enzima Hae III
- e) 18 000 nucleótidos y es cortado por los 3 enzimas en 3 sitios

Solución: a

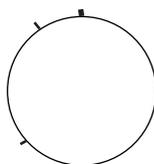
Una molécula circular de ADN puede ser cortada por distintos enzimas de restricción, cada una de ellos lo hará en una secuencia específica. Según el número de sitios diana que tenga para cada enzima el ADN inicial así será el número de fragmentos obtenidos.

Como en todos los casos, el ADN circular es el mismo, observando los resultados de las dos primeras columnas de la electroforesis se deduce que contiene 10 000 nucleótidos (la suma de nucleótidos de los fragmentos obtenidos). Hay que señalar que en el corte realizado por Kp I, al generarse dos fragmentos de igual tamaño en la electroforesis, solo se observan dos líneas, una que corresponde a un fragmento pesado de 6 000 y otra a dos fragmentos ligeros de 2 000, esta última línea podría aparecer un poco más gruesa, aunque el grosor también depende de otros factores y no siempre es apreciable; no obstante, queda claro en los resultados del experimento que el tamaño del ADN es 10 000, luego la única posibilidad es que haya dos fragmentos de 2 000.

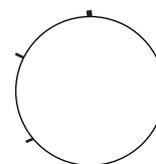
Una representación aproximada de lo que ha sucedido en cada caso sería:



EcoR I
2 sitios de corte
2 fragmentos de
7 000 y 3 000



Hae III
3 sitios de corte
3 fragmentos de
6 000, 3 000 y 1 000



Kp I
3 sitios de corte
3 fragmentos de
6 000, 2 000 y 2 000

6. El lugol es un colorante marrón utilizado para detectar la presencia de almidón, biomolécula de origen vegetal, al teñirlo de color azul. En un laboratorio se llevan a cabo las siguientes reacciones, todas ellas a temperatura ambiente y durante un intervalo de tiempo que permita a los reactivos actuar; posteriormente se añade lugol, observándose que cambia de color en el caso:

- a) Patata + saliva
- b) Patata + saliva + calor
- c) Patata + agua
- d) Patata + saliva + ácido clorhídrico
- e) b), c) y d)

Solución: e

Tal y como se explica en el enunciado el lugol es un colorante (compuesto por una disolución de yodo y yoduro potásico) que nos indica la presencia de almidón al cambiar de color marrón a azul. Teniendo en cuenta que en la saliva se encuentra el enzima amilasa (hidroliza el almidón), solo dará positivo cuando **no** esté presente dicho enzima, o aun cuando estando presente sea inactivo. En el caso a) la amilasa hidroliza al almidón, luego no hay cambio de color; pero en el resto de los casos la reacción será positiva, pues o no está presente el enzima [caso c)] o el calor y el ácido clorhídrico desnaturalizan el enzima que pierde así su capacidad catalítica [casos b) y d)].

7. El flujo de electrones que tiene lugar en la fotosíntesis sigue la dirección:

- a) $\text{NADPH}_2 \rightarrow \text{PSII} \rightarrow \text{PSI} \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{Ribulosa 1,5-difosfato}$
- b) $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PSII} \rightarrow \text{PSI} \rightarrow \text{NADP}^+ \rightarrow \text{Ácido 1,3-bifosfoglicérico}$
- c) $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PSII} \rightarrow \text{PSI} \rightarrow \text{NADP}^+ \rightarrow \text{Ribulosa 1,5-difosfato}$
- d) $\text{NADPH}_2 \rightarrow \text{PSII} \rightarrow \text{PSI} \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ácido 1,3-bifosfoglicérico}$
- e) $\text{O}_2 \rightarrow \text{PSII} \rightarrow \text{PSI} \rightarrow \text{NADP}^+ \rightarrow \text{Ribulosa 1,5-difosfato}$

Solución: b

La fotosíntesis es un proceso anabólico en el que se diferencian dos fases: la fotoquímica (lumínica) y la biosintética (oscura). En la primera de ellas, se sintetiza ATP y $\text{NADPH} + \text{H}^+$: los fotones provocan el transporte de electrones desde el agua (dador final de electrones) hacia los fotosistemas II y I y finalmente hasta el NADP^+ , que actúa como aceptor final reduciéndose a $\text{NADPH} + \text{H}^+$ (flujo electrónico abierto o en z). La energía liberada durante el transporte se utiliza en la fotofosforilación del ADP. El $\text{NADPH} + \text{H}^+$ y el ATP se emplean en la fase biosintética para obtener materia orgánica a partir de inorgánica. Aunque esta fase se inicia con la ribulosa 5-fosfato, el aceptor de electrones es el ácido 1,3-bifosfoglicérico que al reducirse forma gliceraldehído 3-fosfato, precursor de otros compuestos orgánicos.

8. La microbiología industrial realiza fermentaciones a gran escala utilizando microorganismos, con el fin de producir sustancias de interés para el hombre; las fermentaciones se caracterizan por ser:

- a) Realizadas exclusivamente por bacterias
- b) Procesos en el que se emplean especies no aptas para la manipulación genética
- c) Efectuadas en tanques denominados digestores
- d) Transformaciones químicas de compuestos inorgánicos a orgánicos
- e) Ninguna de las anteriores es verdadera

Solución: e

Los microorganismos han sido empleados desde la antigüedad como productores industriales en la obtención de vino, vinagre, queso..., dada su alta tasa reproductiva y su capacidad para realizar ciertas reacciones como, por ejemplo, la fermentación alcohólica y láctica. Posteriormente, con la llegada de las técnicas de manipulación genética, se han podido perfeccionar ciertos aspectos al mejorar las especies, de tal forma que hoy día muchos de ellos han sido modificados genéticamente. Se utilizan principalmente bacterias y levaduras, que se introducen en enormes tanques denominados fermentadores donde realizan transformaciones químicas de diversa índole, partiendo siempre de sustratos orgánicos. Por tanto, ninguna de las afirmaciones es correcta.

9. Las proteínas del sistema del complemento pertenecen al sistema inmunológico y se encargan de producir la muerte del microorganismo patógeno, su activación se consigue a partir de la presencia de:

- a) Anticuerpos que cubren la superficie del microorganismo, aun sin que haya respuesta específica
- b) Proteínas del complejo de histocompatibilidad
- c) Receptor TCR
- d) Polisacáridos de la superficie del microorganismo, aun sin que haya respuesta específica
- e) Receptor BCR

Solución: d

El sistema del complemento consta al menos de dieciocho proteínas séricas y diez de membrana, que se activan mediante reacciones en cadena produciendo una amplia variedad de respuestas. La activación puede producirse por dos vías: **la alternativa**, que necesita contactar con moléculas de la cubierta del microorganismo patógeno de tipo polisacárido, y **la clásica**, que se desencadena mediante la formación de complejos antígeno-anticuerpo. Por tanto, solo la clásica requiere que haya una respuesta inmunológica específica con producción de células plasmáticas y liberación de anticuerpos. El resto de estructuras citadas en las respuestas no participan directamente en su activación.

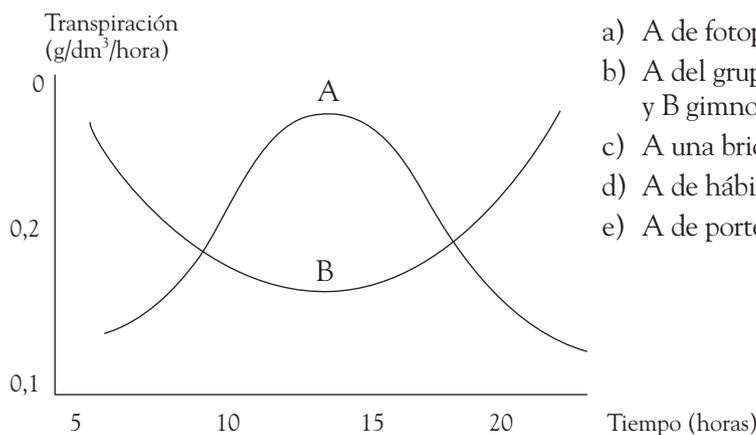
10. Artificialmente a través de técnicas de manipulación genética se ha obtenido un fago compuesto por ADN del fago T4 y cápsida del T5, al introducirlo en una bacteria esta se ha infectado y tras un periodo de tiempo se han podido aislar de ella fagos con las siguientes estructuras:

- a) Cápsida T4 y ADN T5
- b) Cápsida T5 y ADN T4
- c) Cápsida T4 y ADN T4
- d) Cápsida T5 y ADN T5
- e) Fagos de los 4 tipos descritos en las respuestas anteriores

Solución: c

El enunciado está basado en cierta medida en el experimento de Hershey y Chase (1952), en el que se demostró que la información hereditaria de un virus estaba contenida en su ácido nucleico y no en su cubierta proteica. En el ejercicio se muestra un fago cuyo ADN es del T4, por tanto, los descendientes deben tener ADN y cápsida proteica del fago T4. En el proceso de infección el virus comenzaría inyectando su ADN T4 en la bacteria mientras que la cápsida del fago T5 no penetraría, ya que su función es solo la de proteger al ADN; una vez en el interior, el virus se serviría de la maquinaria de la bacteria para replicar su ADN T4 y fabricar cápsidas a partir de dicho ADN por lo que serían T4. En conclusión, los virus descendientes tendrían todas sus estructuras del fago T4.

- 11. En la siguiente gráfica se observan las horas en las que dos plantas, especies A y B, realizan el proceso de la transpiración; de ella se deduce que estas plantas presentan la característica de ser:**



- a) A de fotoperiodo corto y B largo
- b) A del grupo de angiospermas y B gimnospermas
- c) A una briofita y B una pteridofita
- d) A de hábitat atlántico y B desértico
- e) A de porte arbustivo y B herbáceo

Solución: d

La transpiración o evaporación de agua a través de los estomas de las hojas es un proceso muy importante para las plantas, ya que posibilita el ascenso de la savia bruta desde las raíces hasta las hojas; en algunas ocasiones, aquellas en las que la pérdida de agua debe ser mínima, el ascenso de savia bruta se ve dificultado por el cierre de los estomas, como, por ejemplo, ocurre en los ambientes áridos. Las plantas utilizan diversas estrategias para que la necesaria transpiración no les suponga una excesiva pérdida de agua. Como se muestra en la gráfica, en una de las especies la transpiración se realiza en las horas de

menos intensidad solar, en concreto la especie B, que la disminuye en el intervalo de las 10 a las 20 horas; esta es, por tanto, una planta de ambiente desértico que aprovecha una intensidad solar baja para transpirar, mientras que en la especie A la máxima transpiración coincide con las horas de mayor intensidad lumínica, estará adaptada a un hábitat de suficiente humedad como podría ser el atlántico. El resto de las respuestas del ejercicio se refieren a características que nada tienen que ver con la transpiración.

12. Los microorganismos se definen como seres microscópicos que pertenecen a los reinos Monera, Protocista y Fungi, entre los que se incluyen también organismos acelulares, todos ellos se caracterizan por:

- a) Tener baja tasa metabólica y alta capacidad reproductiva
- b) Observarse solo al microscopio electrónico
- c) Tener alta relación superficie/volumen
- d) Necesitar infectar a una célula, a la que parasitan, para reproducirse
- e) Obtener energía por procesos fermentativos

Solución: c

Los microorganismos son seres de dimensiones microscópicas que se encuentran repartidos en una amplia diversidad de grupos taxonómicos: bacterias, algunas algas, protozoos, ciertos hongos y virus entran dentro de este grupo. Dado su pequeño tamaño comparten algunas similitudes: tasa metabólica y capacidad reproductiva altas, así como una elevada relación superficie/volumen. Algunos pueden observarse al microscopio óptico, los virus solo en el electrónico; su metabolismo energético es muy variado, pudiendo realizar entre otros procesos respiraciones y/o fermentaciones. En cuanto al enunciado de la respuesta d) sería cierto en referencia a los virus pero no para el conjunto de todos los microorganismos.

13. Las células pueden utilizar como fuente de energía grasas y glúcidos indistintamente, entre ambos hay sin embargo diferencias; siendo falso que:

- a) Los ácidos grasos de los acilglicéridos y la glucosa pueden usarse para generar energía, en ausencia de O_2 , en reacciones en el hialoplasma
- b) En animales no se puede realizar neoglucogénesis a partir de grasas
- c) Un gramo de grasa proporciona más energía que uno de glucosa
- d) Las reservas energéticas de grasa en animales son superiores a las de glúcidos
- e) En humanos la grasa se almacena como triglicéridos y la glucosa como glucógeno

Solución: a

Para la obtención de energía los seres vivos utilizan diversas moléculas orgánicas, como son las grasas que proporcionan aproximadamente 9 kcal/g, y los glúcidos, que aportan 4 kcal/g. Las reservas de grasa en animales siempre son superiores a las de glúcidos, siendo cierto que los humanos las almacenan

como triglicéridos en el tejido adiposo, mientras que la glucosa se polimeriza formando glucógeno, que se deposita en el hígado y tejido muscular. Debido a su apolaridad los triglicéridos se almacenan de forma anhidra, por el contrario el glucógeno lo hace de forma hidratada. La presencia de agua supone un peso adicional a las moléculas de glucógeno, por ello los animales, con mayor requerimiento energético que los vegetales, utilizan preferentemente las grasas como reserva de energía. La síntesis de glucosa a partir de grasas solo es posible en vegetales, en animales la neoglucogénesis se realiza a partir de otros principios inmediatos, como, por ejemplo, las proteínas. La opción falsa es, por tanto, la a), ya que la glucosa sí se puede degradar en el hialoplasma vía anaerobia por fermentación; sin embargo, los ácidos grasos solo se catabolizan en la mitocondria por medio de la beta-oxidación.

14. El ADN se puede introducir en una célula por varios procesos, entre ellos, la transferencia directa, la cual se consigue mediante:

- a) Liposomas
- b) Electroporación
- c) La bacteria *Escherichia coli*
- d) Virus
- e) Son correctas a) y b)

Solución: e

Con el desarrollo de las técnicas de ingeniería genética se ha conseguido introducir ADN en el interior de las células. Se utilizan principalmente dos métodos: los que emplean un vector biológico, como son los microorganismos tipo virus o bacterias, entre las que es frecuentemente utilizada *Escherichia coli*, y las técnicas en las que el ADN se introduce directamente. En estas últimas se realiza una alteración en la membrana celular que permita la entrada del ácido nucleico, tal es el caso de la **electroporación**, en la que se efectúan pequeñas descargas eléctricas de alto voltaje para facilitar la introducción de la citada biomolécula, la **microinyección**, que se realiza inyectando directamente el ADN en la célula mediante un capilar de diámetro muy pequeño, y la **transferencia directa por medio de liposomas**, estructuras vesiculares formadas por una bicapa lipídica en cuyo interior se encuentra el ADN, la membrana del liposoma se fusiona con la membrana plasmática de la célula penetrando en ella el ácido nucleico.

15. El ácido pirúvico ($\text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{COOH}$) es un intermediario metabólico de células aerobias y anaerobias, molécula que se:

- a) Produce por descarboxilación oxidativa del gliceraldehído-3-fosfato
- b) Oxida durante la fermentación láctica para generar ácido láctico
- c) Obtiene en cada vuelta de, β -oxidación de ácidos grasos
- d) Produce como intermediario del catabolismo de varios aminoácidos
- e) Integra en el ciclo de Krebs mediante una carboxilación seguida de reducción

Solución: d

El catabolismo de varios aminoácidos (glicina, alanina, cisteína, serina y treonina) conduce a la formación de ácido pirúvico. En las demás respuestas existen errores: el pirúvico es un producto final de la ruta glucolítica, donde se forma a partir de la oxidación del gliceraldehído-3-fosfato, pero sin sufrir descarboxilación. En anaerobiosis puede seguir un proceso fermentativo en el que se reduce dando lugar a sustancias diversas específicas de cada tipo de fermentación, ácido láctico en el caso de la fermentación láctica. En cada una de las vueltas de la β -oxidación de ácidos grasos no se obtiene pirúvico, sino acetil-CoA y un resto acilo. Cuando el pirúvico se integra en el ciclo de Krebs lo hace mediante descarboxilación oxidativa que lo transforma en acetil-CoA.

- 16. En el proceso de traducción de un péptido se utilizaron cinco ARNt. A continuación se especifican sus correspondientes anticodones en el mismo orden que intervienen en la traducción. Sabiendo que los codones sin sentido son: UAG, UAA, UGA, determine la secuencia de ADN que codifica el péptido:**

5' CAU 3' 3' CGA 5' 5' AUA 3' 5' UAG 3' 3' UAC 5'

- a) 3' GTATCGTATATCGTA 5'
- b) 3' TACCGAATAGATTAC 5'
- c) 5' TACCGAATAGATTACATT 3'
- d) 3' TACCGAATAGATTACATT 5'
- e) 5' ATGGCTTATCTAATG TATT 3'

Solución: d

La síntesis de cadenas polipeptídicas comienza por la lectura en el ARNm del codón de inicio AUG y termina con uno de los codones sin sentido, para los que no existen anticodones complementarios en el ARNt. Como en la cuestión se proponen cinco anticodones, intervendrán en la traducción seis codones (cinco complementarios y antiparalelos a los anticodones más un codón de fin). Al buscar la complementariedad de bases ARNt \rightarrow ARNm \rightarrow ADN, se debe tener en cuenta el acoplamiento antiparalelo entre todos estos ácidos nucleicos y el sentido 5' \rightarrow 3' de la traducción del ARNm. Como los ARNt de las posiciones uno, tres y cuatro están escritos en sentido inverso, se deduce que la secuencia del ARNm, incluido el codón de fin UAA, es 5' AUG GCU UAU CUA AUG UAA 3'; que se corresponde con la cadena de ADN 3' TACCGAATAGATTACATT 5'. No obstante, se podría buscar una solución rápida a la cuestión descartando las respuestas a) y b) al ser su número de bases menor (15) del requerido (18) y también las respuestas c) y e), observando que al primer anticodón 3' UAC 5' le corresponde el codón 5' AUG... del ARNm y a este, a su vez, la secuencia 3' TAC... en el ADN.

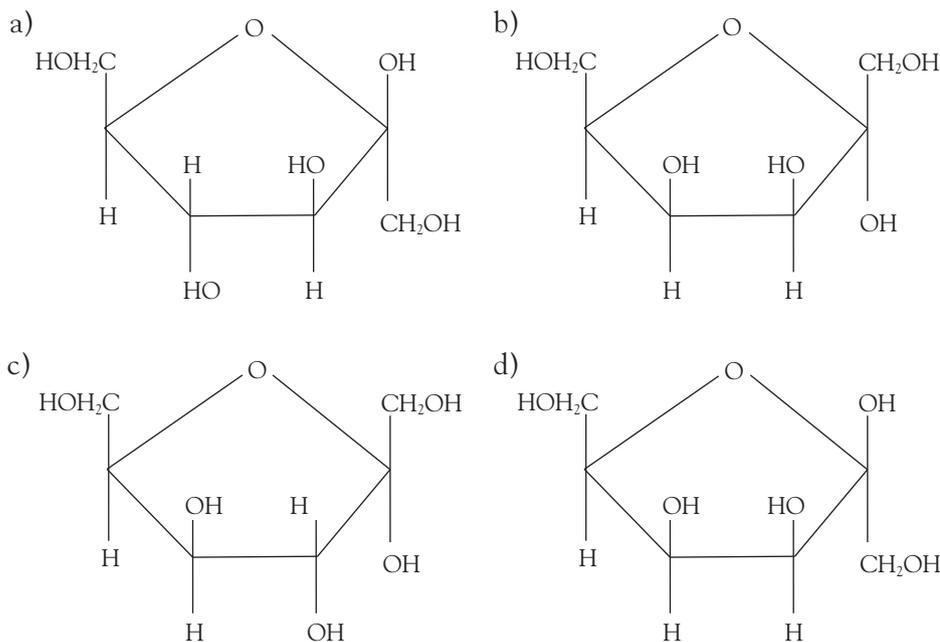
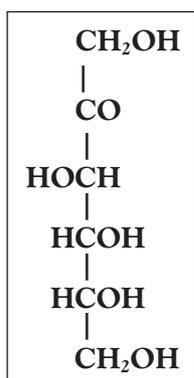
17. Dada la importancia social y sanitaria del cáncer existe una intensa investigación para determinar tanto los mecanismos desencadenantes de la enfermedad como su prevención y curación. Respecto a esta enfermedad, es incorrecto que:

- a) El origen de los tumores cancerosos no es único, existen múltiples factores que pueden desencadenar la enfermedad: genéticos, ambientales, víricos, etc.
- b) Las células tumorales presentan una modificación de las glucoproteínas de membrana
- c) Aunque la metástasis es característica de los procesos tumorales se produce también en algunas enfermedades epidémicas producidas por virus
- d) Existen anticuerpos antitumorales incluso en individuos que no padecen la enfermedad
- e) Las células tumorales presentan alteraciones en la regulación del ciclo celular

Solución: c

La metástasis, migración de células tumorales por vía sanguínea o linfática y su implantación en otros tejidos, es un proceso asociado a los tumores cancerosos que desencadena la formación de tumores secundarios; este proceso no se ha descrito en enfermedades de origen vírico distintas al cáncer. Sin embargo, el resto de las respuestas contienen afirmaciones veraces sobre esta patología, ya que, no existe una causa única para la enfermedad como tampoco se consideran iguales todos los procesos cancerígenos; sí existen manifestaciones comunes a todos ellos, tales como la presencia de glucoproteínas de membrana alteradas y el descontrol en la regulación del ciclo celular. La población sana, aunque en niveles más bajos, presenta anticuerpos antitumorales, al producirse de manera espontánea células de este tipo que son reconocidas y eliminadas por el sistema inmunológico.

18. El epímero del carbono 4 de la siguiente cetohehexosa es:



- e) Las respuestas b) y d) son ciertas.

Solución: e

Los epímeros son isómeros espaciales que difieren en la posición de un grupo $-OH$, lo que, en la proyección de Fischer para las formas lineales, se corresponde con su distinta posición izquierda o derecha. Cuando estas moléculas se representan en forma cíclica se utiliza la proyección de Haworth, que traslada los sustituyentes situados a la derecha en la forma lineal debajo del plano definido por el ciclo, y los situados a la izquierda arriba. La molécula original presenta el $-OH$ del carbono 4 a la derecha, su epímero lo presentará hacia la izquierda y, por tanto, arriba del plano en su estructura cíclica. Así mismo, en los demás carbonos los $-OH$ deben ajustarse a las reglas de proyección. La molécula buscada tendrá los $-OH$ de las posiciones tres y cuatro hacia arriba y también el alcohol primario (carbono 6 en este caso) por tratarse del enantiómero D. Las respuestas b) y d) cumplen los requisitos anteriores, diferenciándose una de la otra exclusivamente en la posición del $-OH$ hemiacetálico, que determina los estereoisómeros α (solución b)) y β (solución d)) de la misma molécula lineal.

19. Suponga que el alelo dominante de un gen determina pies de atleta en humanos frente a su alelo recesivo de pies normales. Otro gen, influido por el sexo, determina la presencia de una areola roja en la mejilla, y es dominante en hombres y recesivo en mujeres. Del cruce de un hombre heterocigótico y una mujer de pies normales y sin areola homocigótica, sería posible obtener:

- a) 1/2 de la descendencia masculina con areola
- b) 1/2 de la descendencia femenina con areola
- c) 1/2 de toda la descendencia con areola
- d) El 100 % de los chicos sin areola
- e) Las respuestas b) y d) son ciertas

Solución: a

Llamamos **A** al alelo dominante de un gen que determina pies de atleta, frente a su alelo recesivo **a** de pies normales. De la misma manera, denominamos **R** al alelo que determina areola roja y se comporta como dominante en hombres y recesivo en mujeres, respecto a su alternativa alélica **R'** que determina la ausencia de areola. El cruce planteado, sería:



Como las propuestas de solución no consideran el carácter de los pies, simplificamos el problema atendiendo solo al gen de la areola:



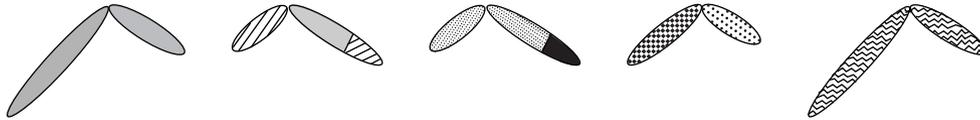
Puesto que es un gen influido por el sexo, habrá que analizar la descendencia separadamente por sexos:

Hombres: 1/2 con areola (RR') y 1/2 sin areola ($R'R'$)

Mujeres: Todas sin areola

Si se considera toda la descendencia, el 25 por ciento presentará areola (la mitad de los hombres) y el 75 por ciento carecerá de areola (la mitad de los hombres y todas las mujeres).

20. Si en una célula en división se encuentran los siguientes cromosomas en uno de los polos, su célula madre original sería:



- a) Haploide, donde $n = 5$
- b) Diploide, donde $2n = 10$
- c) Tanto haploide como diploide, en cualquier caso con 10 cromosomas
- d) En G_1 contendría 20 fibras cromatínicas en el núcleo
- e) Las respuestas b) y d) son ciertas

Solución: b

En el esquema se observan cromosomas anafásicos (con una sola cromátida) que presentan recombinação. De ello se deduce que corresponden a una anafase II de la meiosis, cuya célula madre original sería diploide con una dotación cromosómica $2n = 10$. Durante la meiosis I se produce la recombinação y la segregación de los cromosomas homólogos, resultando dos células $n = 5$, cada una de ellas con cinco cromosomas de dos cromátidas. Durante la anafase de la meiosis II migrarán a polos opuestos las cromátidas de cada cromosoma, observándose al final de esta fase cinco cromosomas de una cromátida (anafásicos) en polos opuestos. El resto de respuestas son falsas porque las células haploides nunca se dividen por meiosis al tener un solo ejemplar de cada tipo de cromosoma; la célula madre original en el periodo G_1 tendrá en su núcleo tantas fibras cromatínicas, es decir 10, como posteriormente cromosomas.

21. *Sacharomyces cerevesiae* es la levadura utilizada en la fabricación del pan y es cierto que:

- a) El proceso incluye una fermentación alcohólica de la glucosa obtenida del almidón
- b) La levadura provoca la rotura de enlaces O-glucosídicos de la celulosa del trigo
- c) *Sacharomyces cerevesiae* realiza una fermentación láctica sobre la glucosa obtenida del almidón
- d) La levadura en este caso no produce fermentación, sino que se utiliza exclusivamente para aumentar y esponjar la masa
- e) Durante el proceso tiene lugar una fermentación láctica sobre la maltosa obtenida del almidón del trigo

Solución: a

La fabricación del pan incluye un proceso de fermentación alcohólica producido por una variedad purificada de *Sacharomyces cerevesiae*. El almidón del trigo es convertido, mediante hidrólisis enzimática por las amilasas del grano, en maltosa y posteriormente en glucosa, que es fermentada en condiciones anaerobias hasta etanol y CO_2 (responsable de la esponjosidad del pan al

producir cavidades y expandir la masa), durante la posterior cocción se evapora el alcohol. La celulosa del trigo, con enlaces, β -O-glucosídicos, no puede ser hidrolizada por la levadura. En las respuestas c) y e) se habla de la fermentación láctica característica de las bacterias lácticas, utilizada en la obtención de productos derivados de la leche.

22. Los cloroplastos y mitocondrias son orgánulos que presentan cierta similitud, siendo verdadero que:

- a) Ambos presentan varias copias de ADN lineal y de doble hélice
- b) Según la teoría endosimbionte lo más probable es que las mitocondrias procedan de bacterias purpúreas y los cloroplastos de cianobacterias
- c) En los dos hay una doble membrana con complejos enzimáticos ATP sintasas anclados en la membrana interior
- d) Poseen numerosas estructuras no membranosas, los ribosomas, que tienen un coeficiente de sedimentación 80S
- e) En la mitocondria se forma ATP en la matriz por fosforilación oxidativa y en el cloroplasto en el espacio tilacoidal por fotofosforilación

Solución: b

Los citados orgánulos presentan similitudes y diferencias importantes, entre las primeras se encuentran que ambos tienen dos membranas, ADN circular y de doble hélice, ribosomas 70S y ATP sintasas. Estas enzimas se encuentran anclados en la membrana interna de la mitocondria y en la membrana del tilacoide en los cloroplastos, el ATP que en ellas se sintetiza se deposita en la matriz mitocondrial y en el estroma del cloroplasto. Teniendo esto en cuenta, todas las frases contienen errores excepto la segunda: según la teoría endosimbionte de Margulis, en el origen de la célula eucariota desempeñaron un papel muy importante los procesos de simbiosis. Al parecer, las bacterias purpúreas y cianobacterias primitivas quedaron englobadas en otras células procariotas y formando orgánulos especializados en la respiración y fotosíntesis, respectivamente, dando lugar a la mitocondria y al cloroplasto; en ambos casos se cree que la membrana externa procede de la membrana de la vesícula de endocitosis y la interna podría proceder de la membrana plasmática del procariota endosimbionte, debido a que su composición se asemeja a la de las bacterias. La teoría endosimbionte se basa en similitudes encontradas entre estos orgánulos y las bacterias: ribosomas 70S, ADN circular...

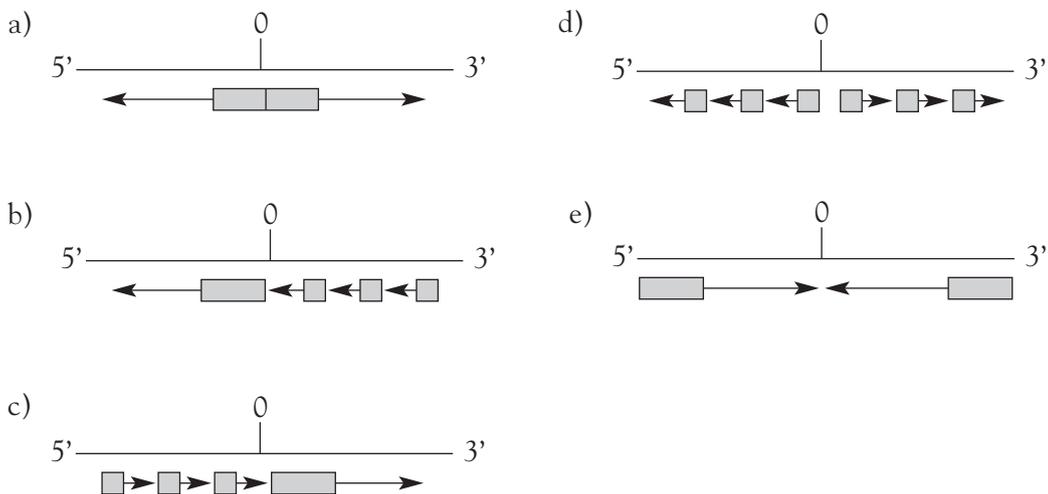
23. Dos citocromos tienen el siguiente potencial redox: X = 0,08V y Y = 0,35V, es cierto que:

- a) X oxida a Y
- b) X es reducido por Y
- c) X cede electrón/electrones a Y
- d) Y cede electrón/electrones a X
- e) X se reduce e Y se oxida

Solución: c

Según los principios químicos que rigen las reacciones de oxidorreducción cuando una molécula se oxida pierde electrones y, por tanto, otra al aceptarlos se reduce; además, los electrones van siempre de la molécula que tiene menos avidéz por ellos (más reducida) a la que tiene más, es decir, de la molécula de menor potencial redox a la de mayor. En el ejemplo dado los electrones van de X a Y, por tanto, X al perderlos se oxida e Y al ganarlos se reduce. Dicho de otro modo, X es el reductor e Y el oxidante.

24. Los siguientes esquemas representan la replicación en una de las hebras de una molécula de ADN, donde O simboliza el punto de origen. El esquema que mejor representa el proceso es:



Solución: b

Las ADN polimerasas, enzimas encargados de la replicación del ADN, solo manifiestan esta capacidad leyendo la hebra molde en dirección $3' \rightarrow 5'$ y uniendo los nuevos nucleótidos por su extremo $5'$ al extremo $3'$ de un cebador de ARN (representado por \square), por lo que la dirección de crecimiento de la nueva hebra es siempre $5' \rightarrow 3'$. Sabiendo que la síntesis es bidireccional desde un punto de origen (O), el crecimiento a partir de él se realiza de forma continua hacia el extremo $5'$ del ADN patrón y de forma discontinua desde el extremo $3'$ hacia el punto de origen. A medida que se abre el ojo de replicación la hebra de síntesis continua avanza sin interrupción, mientras que la de síntesis discontinua lo hace a intervalos conocidos como fragmentos de Okazaki. De la observación de los esquemas planteados se deduce que son falsas las soluciones a), d) y e), puesto que en todas ellas las ADN polimerasas se encuentran trabajando en ambos sentidos y la solución c) porque el sentido de crecimiento del ADN representado es de $3' \rightarrow 5'$.

25. Emulando el diseño experimental de Tatum y Beadle, se indujeron mutaciones en una especie de microorganismos, obteniéndose tres mutantes distintos con alteraciones en una determinada ruta metabólica. En la tabla figuran los datos en relación a las alteraciones de los mutantes, donde el signo (+) significa la supervivencia cuando se les suministra una determinada sustancia, y el signo (-) indica su muerte por falta de sustancia esencial. Identifique la secuencia de las sustancias en la ruta metabólica no alterada:

	Cistationina	Metionina	Homoserina	Homocisteína	Cisteína
Mutante 1	+	+	-	+	-
Mutante 2	-	+	-	-	-
Mutante 3	-	+	-	+	-

- a) Metionina → Homocisteína → Cistationina → Homoserina + Cisteína
 b) Homoserina + Cisteína → Cistationina → Homocisteína → Metionina
 c) Metionina + Homoserina → Homocisteína → Cistationina → Cisteína
 d) Homocisteína + Cisteína → Cistationina + Homoserina → Metionina
 e) Metionina → Homoserina + Cisteína → Cistationina → Homocisteína

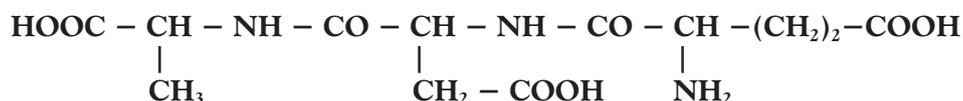
Solución: b

Las rutas metabólicas están controladas por enzimas codificados genéticamente. Así pues, la alteración del gen (mutación) producirá un enzima anómalo que determinará el bloqueo de la ruta metabólica en la reacción catalizada por él. En la cuestión, todos los microorganismos son mutantes y, por tanto, deficientes en algún enzima.

Si la sustancia final de la ruta bloqueada es vital para la supervivencia del microorganismo, este solo podrá sobrevivir si se le suministra alguna de las sustancias posteriores al punto de bloqueo. La sustancia cuyo suministro no consiga la supervivencia de ningún mutante será el sustrato inicial de la ruta, el caso contrario corresponderá al producto final. Obsérvese que en nuestro caso existen dos sustancias, homoserina y cisteína, con las que ningún mutante sobrevive, serán los sustratos iniciales, y la metionina, por la razón contraria, será el producto final. La posición en la ruta de las demás sustancias depende del número de mutantes que logran la supervivencia con ellas. La ruta metabólica planteada y el punto de bloqueo de cada mutante será:



26. La molécula formulada a continuación:

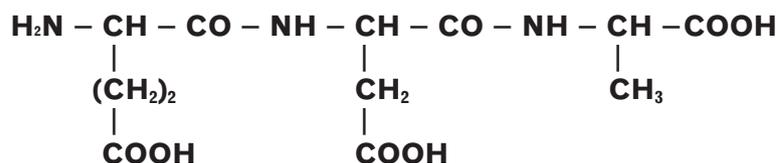


- a) Es un tripéptido formado por tres enlaces peptídicos
 b) La secuencia del péptido es: aminoácido neutro, ácido y básico

- c) El primer aminoácido de la secuencia es ácido
- d) El primer aminoácido de la secuencia es neutro
- e) En su punto isoeléctrico presentaría carga neta negativa

Solución: c

Un tripéptido está formado por tres aminoácidos unidos por dos enlaces peptídicos. El enlace se establece entre el grupo carboxilo del primer aminoácido y el grupo amino del siguiente, quedando libres el amino del primero y el carboxilo del último. Obsérvese que, en la fórmula dada, el péptido está escrito al revés: el primer aminoácido representado (alanina) corresponde al último de la secuencia al poseer el grupo carboxilo libre, y el último (ácido glutámico) al primero de la secuencia por tener el grupo amino libre; siendo el ácido aspártico el que ocupa la posición central. Para una mayor comprensión se formula el péptido según el orden de los aminoácidos en la secuencia:



Por otra parte, el carácter ácido, neutro o básico de un aminoácido lo determina la naturaleza química de su radical, el grupo $-\text{COOH}$ proporciona carácter ácido, mientras que el $-\text{CH}_3$ es neutro; así pues, la secuencia del tripéptido es ácido-ácido-neutro. El punto isoeléctrico de un aminoácido, péptido o proteína se define como el pH al cual la carga neta de la molécula es cero.

27. Los terpenos son lípidos insaponificables formados por polimerización del isopreno; a este grupo pertenecen múltiples componentes celulares de función diversa:

- a) La vitamina E, con funciones relacionadas con el mecanismo de la visión
- b) La vitamina K, que interviene en la síntesis de hormonas sexuales
- c) La vitamina B₃ o ácido nicotínico, que forma parte de los coenzimas NAD⁺ y NADP⁺
- d) El caucho, monoterpeneo de gran interés industrial extraído de *Hevea brasiliensis*
- e) El fitol, alcohol presente en las moléculas de clorofila

Solución: e

Los terpenos son lípidos isoprenoides que engloban sustancias con funciones muy diversas. De las mencionadas en la cuestión solo la vitamina B₃ no es un terpeno. Aun siendo terpenos las demás sustancias citadas, la afirmación sobre el fitol es la única cierta, ya que este alcohol es un diterpeno que se une a una metalporfirina para formar la molécula de clorofila. La vitamina E tiene funciones antioxidantes y, en roedores, se relaciona con la fertilidad. La vitamina K interviene en la coagulación sanguínea, al necesitarse para la síntesis hepática de protrombina. El caucho es un politerpeno de alto peso molecular.

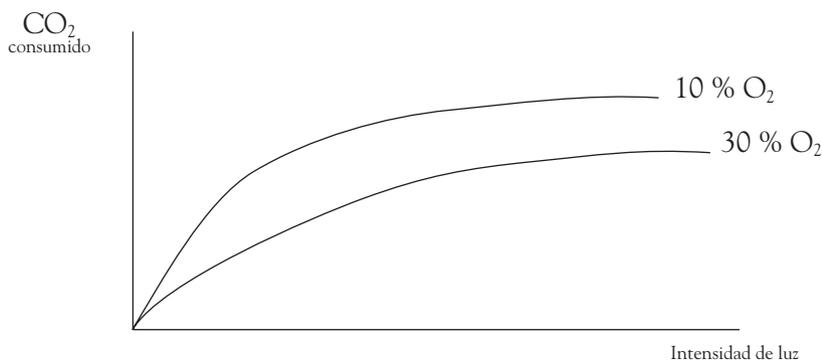
28. En una cadena de ARN en proceso de síntesis el último ribonucleótido añadido es de guanina, de lo cual se deduce que:

- Existe un enlace fosfodiéster 3'- 5' entre la guanina y la pentosa del ribonucleótido anterior
- La base nitrogenada está unida al -OH 5' de la pentosa por enlace N-glucosídico
- Este ribonucleótido formaría un enlace entre el -OH 3' de su pentosa y el siguiente ribonucleótido durante la síntesis de ARN
- El ácido ortofosfórico está unido al -OH 5' de la pentosa y puede enlazarse con el siguiente ribonucleótido durante la síntesis de ARN
- Este ribonucleótido formaría un enlace entre un -OH del fosfato situado en 3' y el -OH en 5' del siguiente ribonucleótido durante la síntesis de ARN

Solución: c

Para encontrar la solución correcta debe tenerse en cuenta la estructura de los ribonucleótidos y el sentido de crecimiento del ARN en síntesis. Los ribonucleótidos están formados por una base nitrogenada (A, G, C, U) unida mediante enlace N-glucosídico al -OH en 1' de la ribosa, que a su vez está unida por su -OH 5' a un fosfato mediante enlace éster-fosfórico. Durante la síntesis de ARN los ribonucleótidos entrantes se unen por un -OH del fosfato en 5' al -OH 3' del último nucleótido de la cadena en crecimiento.

29. En la siguiente gráfica se observa la actividad fotosintética de una planta C_3 medida en cantidad de CO_2 consumido respecto a la intensidad lumínica. Las curvas representan el rendimiento de la fotosíntesis en dos ambientes con distinta concentración de O_2 atmosférico:



- El oxígeno desprendido en fotosíntesis es mayor cuando la concentración de oxígeno atmosférico es del 10 % que cuando es del 30 %
- No se deduce de la gráfica que el oxígeno desprendido en fotosíntesis depende del oxígeno ambiental
- La intensidad de la luz es directamente proporcional al rendimiento fotosintético
- Para un mismo valor de intensidad lumínica, el CO_2 consumido no depende de la concentración de oxígeno ambiental
- Las respuestas a) y d) son ciertas

Solución: a

Aunque en la gráfica la actividad fotosintética se mide en función del CO_2 consumido, los participantes en la Olimpiada deben conocer que durante el proceso fotosintético se desprende O_2 en relación directa al consumo de CO_2 . El O_2 ambiental es un factor que, como se observa en la gráfica, influye negativamente en el rendimiento de la fotosíntesis al estimular en el enzima Rubisco la actividad oxidasa que conduce al aumento de la fotorrespiración en detrimento de su acción carboxilasa por la que fija CO_2 . Así mismo, al ser este un proceso fotodependiente, se ve favorecido, como se deduce de la gráfica, por el aumento de la intensidad lumínica hasta los valores en los que se produce la saturación de los fotosistemas implicados.

30. Las plantas tienen un ciclo biológico haplodiplonte en el que hay dos individuos adultos, llamados gametofito y esporofito; en este proceso sucede que:

- a) El gametofito es diploide y forma gametos por meiosis
- b) El esporofito es haploide y forma esporas por reproducción asexual
- c) Cuando hay semillas, estas se forman por la unión de una macroespora con una microespora
- d) En musgos y helechos el esporofito crece encima del gametofito
- e) a) y d) son ciertas

Solución: d

El ciclo haplodiplonte de las plantas es complejo, ya que cuenta con dos organismos; el gametofito haploide y el esporofito diploide, ambos reciben su nombre porque originan gametos y esporas respectivamente. El gametofito da lugar a los gametos (n), de cuya unión se forma el cigoto ($2n$), que tras sucesivas mitosis origina el embrión; este, junto con las cubiertas protectoras y las capas alimenticias, da lugar a la semilla. El ciclo presenta numerosas diferencias en función del grupo vegetal, pues se observa una clara tendencia evolutiva a que el esporofito sea cada vez mayor, como ocurre en gimnospermas y angiospermas, reduciéndose al mismo tiempo el individuo haploide o gametofito. En musgos y helechos, el gametofito es todavía un individuo de tamaño considerable, sobre todo en los primeros, pero en ambos casos es el soporte sobre el que crece (al menos inicialmente) el esporofito, este formará meiosporas (n) que al germinar darán el gametofito.

31. El descubrimiento del enzima transcriptasa inversa supuso una revolución en los planteamientos de la Biología, modificando el hasta entonces llamado dogma central de la Biología molecular, según el cual la información siempre fluye en el sentido:



- a) El enzima fue aislado por primera vez de *Escherichia coli*
- b) La transcriptasa inversa tiene mucha utilidad en ingeniería genética para obtener ADN artificiales

- c) El enzima corta el ARN entre nucleótidos no terminales y de secuencia específica
- d) Todos los virus cuyo genoma es de ARN contienen este enzima
- e) Este descubrimiento supuso el replanteamiento del dogma mencionado, estableciéndose la nueva secuencia:



Solución: b

La transcriptasa inversa, enzima exclusivo de los retrovirus, es capaz de dirigir la síntesis de ADN a partir de un patrón de ARN. Su hallazgo supuso un replanteamiento del dogma central de la Biología molecular, al descubrirse que además del sentido del flujo de la información genética ADN → ARN → PROTEÍNAS era posible también el sentido ARN → ADN; obsérvese que no es el caso que plantea el apartado e). Actualmente la transcriptasa inversa está siendo utilizada en ingeniería genética para, a partir de secuencias conocidas de ARN, sintetizar ADN que pueden ser introducidos en células con el fin de modificar su genoma y obtener proteínas de interés. La respuesta c) es ajena a la cuestión y la d) es falsa, pues no todos los virus cuyo genoma es de ARN son portadores del enzima.

32. La profase de la primera división meiótica es un proceso largo y complejo que suele subdividirse en etapas:

- a) Durante la paquitena los cromosomas empiezan a condensarse y en ellos se observan los cromómeros
- b) En la diplotena se produce el apareamiento de cromosomas homólogos o sinapsis
- c) El entrecruzamiento de cromátidas hermanas ocurre en la leptotena
- d) La evidencia de quiasmas en diacinesis se corresponde con el hecho citológico del sobrecruzamiento
- e) En la diplotena los cromosomas homólogos aún no han intercambiado segmentos

Solución: d

El hecho más significativo de la profase de la primera división meiótica es el apareamiento y la recombinación de los cromosomas homólogos durante el cual intercambian segmentos cromatínicos. El proceso es largo, y los acontecimientos que ocurren se clasifican en las siguientes fases: **leptotena**, se condensan los filamentos de cromatina que se observan con engrosamientos llamados cromómeros; **zigotena**, ocurre la sinapsis o apareamiento de los homólogos; **paquitena**, se produce el sobrecruzamiento y la recombinación de las cromátidas adyacentes no hermanas de cada par de homólogos; **diplotena**, se separan los homólogos evidenciándose entre ellos puntos de recombinación o quiasmas; **diacinesis**, nueva condensación en la que los cromosomas se aprecian en tétradas, cada par de homólogos unido por los quiasmas.

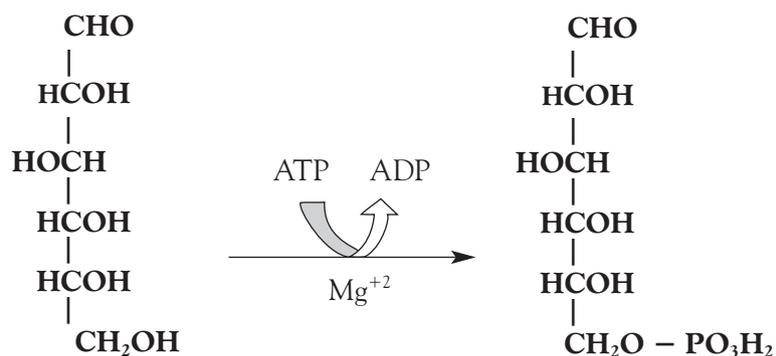
33. La hidrólisis de una molécula extraída de una célula rinde un monosacárido, un alcohol y un ácido graso; se trata de:

- a) Un componente lipídico de la membrana plasmática especialmente abundante en vegetales y con función de transporte
- b) Un fosfolípido con función estructural tanto en membranas animales como vegetales
- c) Un lípido complejo situado en la cara externa de la membrana plasmática
- d) Un fosfolípido estructural de la cara interna de neuronas cerebrales
- e) Solo la respuesta b) es incorrecta

Solución: c

La obtención de un ácido graso y un alcohol por hidrólisis de la molécula problema determina que sea un lípido saponificable, la presencia adicional de un monosacárido indica que se trata de un glucolípido. Estas moléculas son componentes de la bicapa de todas las membranas celulares, donde la fracción glucídica orientada hacia el exterior en la membrana plasmática cumple funciones tales como la interacción con células adyacentes, la recepción de mensajes, la determinación antigénica, etc., pero los glucolípidos no intervienen en el transporte, función específica de las proteínas de membrana. Los fosfolípidos, sillares estructurales de la bicapa de todas las membranas celulares, por hidrólisis rendirían también fosfato.

34. Muchos enzimas tienen nombres aceptados; así, el enzima que cataliza la reacción química que se representa a continuación se denomina glucoquinasa. Sin embargo, existen otros sistemas de nomenclatura; el sistema clásico incluye: nombre del sustrato, nombre del coenzima, si es que existe, y función catalizada con terminación -asa. Según esta nomenclatura clásica, el nombre de la glucoquinasa es:



- a) Glucosa-ATP-glucosa-6-fosfato-sintetasa
- b) Glucosa-6-fosfato-ATP-sintetasa
- c) Glucosa-ATP-fosfotransferasa
- d) Glucosa-Mg⁺²-glucosa-6-fosfato-sintetasa
- e) Glucosa-ATP-Mg⁺²-glucosa-6-fosfato-fosfotransferasa

Solución: c

Tal como se indica en el planteamiento la nomenclatura de enzimas incluye el nombre del sustrato, el nombre del coenzima, si es que existe, y la función catalizada terminada en -asa. En la reacción propuesta, la glucosa interviene como sustrato, el ATP como coenzima y el Mg^{+2} como cofactor enzimático, siendo la glucosa-6-fosfato el producto final. Al tratarse de una reacción de transferencia de un grupo fosfato desde el ATP a la glucosa, el enzima será una fosfotransferasa cuyo nombre completo es glucosa-ATP-fosfotransferasa.

35. El alosterismo es un mecanismo de autorregulación de la actividad enzimática llevado a cabo por enzimas que pueden presentar dos conformaciones estables, una activa y otra inactiva. Existen diferentes mecanismos de regulación alostérica:

- a) Retroinhibición, cuando el enzima alostérico reprime la etapa final de una ruta metabólica
- b) Inducción enzimática, cuando el producto final de una ruta metabólica induce la actividad del enzima
- c) El enzima alostérico con conformación nativa o inicial inactiva es activado por el sustrato inicial de la ruta metabólica que regula
- d) El enzima alostérico con conformación nativa inactiva es activado por el producto final de la ruta metabólica que regula
- e) Las respuestas a) y b) son ciertas

Solución: c

La regulación metabólica mediante enzimas alostéricos puede funcionar por dos mecanismos básicos: **Inducción enzimática**, cuando el sustrato inicial de una ruta se une al centro alostérico del enzima que cataliza su transformación, provocando en él un cambio conformacional a la forma activa que determina el inicio de la ruta metabólica. **Represión enzimática**, cuando es el producto final de la reacción el que se une al centro alostérico, haciendo que el enzima adquiera la conformación inactiva y quede bloqueada la ruta desde su inicio, proceso conocido como retroinhibición. Estos mecanismos suponen ahorro energético para la célula, pues la acumulación de sustrato activa su transformación y, de igual manera, el exceso de producto final bloquea su propia síntesis.

36. La mayor parte de las hipótesis sobre el origen de la vida postulan que el orden temporal de aparición de los primeros organismos procariontes fue:

- a) Fotosintéticos anoxigénicos → heterótrofos fermentadores → quimiosintéticos → fotosintéticos oxigénicos
- b) Heterótrofos fermentadores → fotosintéticos oxigénicos → fotosintéticos anoxigénicos → quimiosintéticos
- c) Heterótrofos fermentadores → fotosintéticos anoxigénicos → fotosintéticos oxigénicos → quimiosintéticos

- d) Heterótrofos fermentadores → quimiosintéticos → fotosintéticos oxigénicos →
→ fotosintéticos anoxigénicos
- e) Quimiosintéticos → fotosintéticos oxigénicos → heterótrofos fermentadores →
→ fotosintéticos anoxigénicos

Solución: c

Sobre el orden de aparición de los seres vivos en la historia de la vida terrestre se postula que los primeros organismos eran de organización simple, es decir, procariotas, y anaerobios obligados, pues al O_2 atmosférico se le supone un origen fotosintético; por este mismo motivo, y teniendo en cuenta que posiblemente la vida surgió en un medio acuoso rico en materia orgánica, síntesis prebiótica, estos debían ser heterótrofos fermentadores. Un grupo de estos pobladores iniciales, en condiciones de escasez de materia orgánica en el medio, podrían haber evolucionado a un metabolismo autótrofo independiente de ella, surgiendo así las primeras células fotosintéticas similares a las actuales bacterias que realizan fotosíntesis anoxigénica que, al no utilizar agua como fuente de electrones, no liberan oxígeno. Se piensa que posteriormente algunas de estas, similares a las actuales cianobacterias, se especializaron en realizar fotosíntesis oxigénica, con la consiguiente liberación de oxígeno que se acumuló progresivamente en la atmósfera. Esta revolución del oxígeno determinó la aparición de nuevos mecanismos metabólicos de oxidación de la materia orgánica, tales como la respiración aerobia. En cuanto a la quimiosíntesis, se considera un proceso posterior a la fotosíntesis en el que se oxida materia inorgánica para obtener energía con la que elaborar posteriormente materia orgánica sin intervención de la luz.

37. El músculo estriado debe su nombre a la presencia repetida de bandas transversales claras y oscuras a lo largo de sus fibras. Respecto a su mecanismo de contracción:

- a) La unidad de contracción de la fibras estriadas es el sarcómero, formado por clatrina y miosina
- b) Las concentraciones de los iones Na^+ y K^+ a ambos lados de la membrana de la fibra determina su contracción
- c) El aumento de la concentración de iones Ca^{+2} libres en el citosol determina su contracción
- d) El cambio de posición de los puentes cruzados de miosina produce su contracción
- e) Las respuestas c) y d) son ciertas

Solución: e

Los sarcómeros, unidades de contracción de las fibras musculares estriadas, están compuestos por miofibrillas de actina y miosina. La miosina presenta dos cabezas globulares en uno de sus extremos, denominadas puentes cruzados, que contactan con las fibras de actina. Cuando un impulso nervioso llega a la célula muscular se produce la salida de iones Ca^{+2} acumulados en el retículo sarcoplasmático hacia el sarcoplasma, lo que determina el cambio de posición de los puentes cruzados de la miosina que arrastran a la actina,

acortándose los sarcómeros y, en consecuencia, toda la fibra. La clatrina mencionada en la solución a) no interviene en el proceso, sino que es una proteína relacionada con la formación de vesículas celulares. Las concentraciones de iones Na^+ y K^+ a ambos lados de la membrana son responsables de la transmisión nerviosa [opción b)].

38. En una vuelta del ciclo de Krebs sucede que:

- a) Se obtiene 1 GDP, 3 NADH^+ y 1 FADH_2
- b) Se genera un grupo acetilo y se consume un grupo oxalacético
- c) Se consume O_2 para producir CO_2
- d) Los electrones y protones son captados por los NADH^+ y los FADH_2
- e) Durante el proceso interviene el coenzima A, que es un nucleótido al igual que los NAD^+ , FAD^+ y GTP

Solución: e

En el ciclo de Krebs, ruta común del catabolismo aerobio de glúcidos, lípidos y aminoácidos, ingresa una molécula de acetil-CoA que se une al ácido oxalacético para generar ácido cítrico; este, tras sucesivas descarboxilaciones y oxidaciones en las que se libera CO_2 y electrones que se transfieren al NAD^+ y al FAD, genera de nuevo el ácido oxalacético. En cada vuelta se obtienen 2 CO_2 , 3 NADH^+ , 1 FADH_2 , 1 GTP y un coenzima A, molécula que químicamente es un nucleótido no nucleico, al igual que los otros coenzimas mencionados y el GTP. En el proceso no se consume oxígeno.

39. La colchicina es una sustancia que inhibe los procesos celulares en los que están implicados los microtúbulos. El tratamiento de células con colchicina impediría:

- a) Los movimientos endocelulares de ciclosis
- b) La formación de microvellosidades
- c) La formación del anillo contráctil durante la división celular
- d) Los procesos mitóticos y meióticos
- e) Las respuestas c) y d) son ciertas

Solución: d

Los microtúbulos, junto con los microfilamentos y los filamentos intermedios, forman una red de fibras proteicas distribuidas por el citosol que constituyen el citoesqueleto. En conjunto participan en múltiples funciones estructurales: la forma celular, la disposición de los orgánulos, etc. Específicamente los microfilamentos son responsables de movimientos endocelulares de ciclosis y de la formación de prolongaciones citoplasmáticas como pseudópodos y microvellosidades, intervienen también en la citocinesis de células animales mediante la formación del anillo contráctil. Sin embargo, los procesos mitóticos y meióticos precisan de una estructura formada por microtúbulos, responsable de la ordenación y desplazamiento de los cromosomas, denominada huso mitótico.

40. En el paritorio de un hospital hubo un momento de gran confusión al final del cual se juntaron tres recién nacidos en los brazos de una enfermera. Se disponía de una ficha con los datos de los padres en los que figuraba su grupo sanguíneo, y se determinó inmediatamente el grupo sanguíneo de los niños. Como tú pasabas casualmente por allí, pudiste mediar en la discusión que mantenía la enfermera con su compañero al razonarles cómo debían asignar cada niño a sus correspondientes padres:

Niños	Padres
1: A ⁻	Pareja I: A ⁺ ; A ⁺
2: A ⁺	Pareja II: AB ⁻ ; AB ⁻
3: O ⁻	Pareja III: AB ⁺ ; O ⁻

- a) 1 → II; 2 → I; 3 → III
 b) 1 → I; 2 → II; 3 → III
 c) 1 → III; 2 → II; 3 → I
 d) 1 → I; 2 → III; 3 → II
 e) 1 → II; 2 → III; 3 → I

Solución: e

El grupo sanguíneo del sistema AB0 humano está determinado por un gen que presenta tres alelos: **I^A** e **I^B** codominantes entre sí y ambos dominantes sobre **i**, que se comporta por tanto como recesivo (**I^A = I^B > i**). El sistema Rh está determinado por otro gen, donde el alelo dominante **D** produce fenotipo Rh⁺ y el recesivo **d** da lugar a Rh⁻. Para asignar los niños problema a sus respectivos padres lo más sencillo es analizar primero los fenotipos recesivos de los padres, cuyos alelos deben estar presentes en el genotipo de sus hijos. Así:

- a. La **pareja II**, ambos Rh⁻(**dd**) únicamente podrán tener hijos Rh⁻, caso de los niños 1 y 3, pero al considerar el sistema AB0 se observa que siendo los padres AB (**I^A I^B**) no pueden tener un hijo 0 (**ii**), quedando como única posibilidad que sean padres del **niño 1** que tendría genotipo **I^AI^A dd**.
- b. El **niño 3** de grupo O⁻ (**ii dd**) tampoco puede ser hijo de la pareja III, puesto que uno de los progenitores carece de alelo **i**. Se asignaría pues a la **pareja I**, ambos dihíbridos **I^Ai Dd**.
- c. El **niño 2**, A⁺, sería hijo de la **pareja III** (**I^A I^B D_ x ii dd**) y tendría como genotipo **I^Ai Dd**.

41. La mayor parte de los líquidos biológicos son dispersiones coloidales formadas por solutos de elevado peso molecular. La diálisis es una propiedad de estas dispersiones y tiene una aplicación clínica en la hemodiálisis practicada a individuos con insuficiencia renal incapaces de eliminar urea. La técnica enfrenta:

- a) La orina del enfermo a una solución especial a través de una membrana selectiva que permite el paso de sales, urea, agua y pequeñas sustancias
- b) La sangre del enfermo a una solución especial a través de una membrana selectiva que permite el paso de urea pero no el de agua y sales

- c) Volúmenes iguales del líquido del enfermo y de solución especial, lo que consigue reducir el 100 % de la urea, al ser la solución hipotónica y vacía de urea
- d) La sangre del enfermo a una solución especial a través de una membrana selectiva que permite el paso de sales, urea, agua y pequeñas sustancias
- e) Son ciertas las respuestas b) y c)

Solución: d

La hemodiálisis es una técnica clínica cuya finalidad es la eliminación de sustancias tóxicas presentes en la sangre de enfermos con incapacidad para excretarlas por vía renal. Consiste en enfrentar la sangre del paciente con una solución especial vacía de las sustancias que se pretende eliminar, utilizando para ello una membrana selectiva que impide el paso de las células sanguíneas y de las proteínas plasmáticas, pero que permite el paso de solutos de bajo peso molecular. Agua, sales, urea, glucosa, aminoácidos y otras pequeñas moléculas, atravesarán la membrana desplazándose desde la sangre hacia la solución hipotónica. Posteriormente, se reincorpora al enfermo la sangre destoxificada y reconstituida de sustancias útiles. En la respuesta c) existe un error en el porcentaje de urea eliminada, puesto que si se enfrentan volúmenes iguales de las dos soluciones se eliminaría solo el 50 por ciento de la urea. Nótese que en a) se habla de enfrentar orina en lugar de sangre.

42. La degradación completa de una molécula de ácido graso rendirá de forma consecutiva, entre otras, las siguientes moléculas:

- a) Acil-coenzima A → hidroxiacil-coenzima A → acetil-coenzima A → ácido cítrico → CO₂
- b) Hidroxiacil-coenzima A → acil-coenzima A → acetil-coenzima A → ácido cítrico → CO₂
- c) Acetil-coenzima A → ácido cítrico → hidroxiacil-coenzima A → acil-coenzima A → CO₂
- d) Ácido cítrico → acil-coenzima A → acetil-coenzima A → hidroxiacil-coenzima A → CO₂
- e) Acil-coenzima A → ácido cítrico → acetil-coenzima A → hidroxiacil-coenzima A → CO₂

Solución: a

La degradación catabólica completa de ácidos grasos incluye el proceso de β-oxidación, que genera acetil-CoA, y el ciclo de Krebs, donde el resto acilo es oxidado a CO₂. Los electrones liberados en ambos procesos son transportados por coenzimas de óxido-reducción a la cadena respiratoria aunque esta fase no se mencione en las soluciones. El ácido graso activado en forma de acil-CoA sufre ciclos sucesivos de β-oxidación en los que el hidroxiacil-CoA es un intermediario que, finalmente, conduce a la liberación de los **n** carbonos del ácido graso en forma de **n/2** moléculas de acetil-CoA. Estas ingresan en el ciclo de Krebs, cuyo primer metabolito es el ácido cítrico, el cual tras dos descarboxilaciones libera **n** moléculas de CO₂ (dos por cada acetil-CoA que ingresa en el ciclo).

43. Las células presentadoras de antígenos, después de captarlos, degradan sus proteínas a péptidos más sencillos que asocian a las proteínas del complejo principal de histocompatibilidad (MHC), quedando así expuestos en su membrana y activándose la reacción inmunológica. De las siguientes afirmaciones, señala cuál es falsa:

- a) Las proteínas del complejo están codificadas por un grupo de genes polimorfos, cada gen presenta muchas formas alélicas entre los individuos de la especie
- b) Entre las células presentadoras se encuentran: macrófagos, células de Langerhans, células dendríticas, células reticuloepiteliales, etc.
- c) Debido al elevado número de genes y a su variabilidad, las proteínas de histocompatibilidad son únicas en el individuo
- d) Para activarse, los linfocitos T necesitan un doble reconocimiento: el determinante antigénico que les expone la célula presentadora y el de las proteínas del complejo de histocompatibilidad de la célula
- e) Los linfocitos B necesitan una doble señal para su activación: el determinante antigénico que les expone la célula presentadora y el de las proteínas del complejo de histocompatibilidad de la célula

Solución: e

Las células nucleadas de los vertebrados presentan en su membrana proteínas específicas, que constituyen su carné de identidad molecular, conocidas como complejo principal de histocompatibilidad (MHC o HLA en humanos). El MHC está codificado por un grupo de genes polimorfos para los que se conocen múltiples variantes alélicas entre los individuos de una especie; este hecho, junto con el ensamblaje específico de los fragmentos génicos, conduce a una especificidad particular de los individuos. Las células presentadoras de antígenos (macrófagos, células de Langerhans, células dendríticas, células reticuloepiteliales, etc.) en el MHC de su membrana exponen péptidos antigénicos que son mostrados a los linfocitos T, lo que desencadena la respuesta inmunológica específica tras el reconocimiento del MHC como propio. Sin embargo, los linfocitos B reconocen los antígenos mediante su unión a los receptores BCR de su membrana, sin necesidad de que le sean mostrados por una célula presentadora.

44. Según la teoría neodarwinista propuesta, entre otros, por Huxley, Dobzhansky y Mayr, la unidad evolutiva es:

- a) La mutación, ya que es la causa de los cambios genéticos
- b) El gen, puesto que es la unidad mínima que puede sufrir cambios
- c) El individuo, al ser el transmisor de los genes
- d) La población, porque en ella se comparten los genes
- e) La especie, al estar formada por individuos con capacidad de reproducirse entre sí

Solución: d

La teoría neodarwinista establece la población como unidad evolutiva al estar formada por individuos que habitan al mismo tiempo un determinado lugar y que, por ser de la misma especie, comparten un acervo genético común que fluye entre sus componentes mediante la reproducción. Las mutaciones producen el cambio genético al generar alelos nuevos en la población, son causa de variabilidad en sus componentes; la selección natural y el intercambio de genes durante la reproducción sexual determinan la variación de las frecuencias alélicas de generación en generación, aumentando la frecuencia de aquellos alelos que resulten más favorables dentro de la población y disminuyendo

los de menor valor adaptativo, mecanismo del que resulta la evolución. Aunque la unidad de información es el gen, al estar formado por secuencias de nucleótidos que pueden sufrir modificación, son estos las unidades mínimas de mutación. Los genes que porta un individuo aislado desaparecen con él, por ello, en sí mismos carecen de valor evolutivo. Por otra parte, las especies están fragmentadas en poblaciones y, aunque la capacidad reproductora se mantiene entre los individuos de la especie, las distintas poblaciones no intercambian genes entre sí, ni sufren, al producirse al azar, las mismas mutaciones.

45. Los anticuerpos, al reconocer a los antígenos, se unen a ellos en una reacción denominada antígeno-anticuerpo. Esta reacción puede ser de diferente tipo, distinguiéndose:

- a) Precipitación, cuando las células forman agregados que sedimentan con facilidad
- b) Neutralización, cuando los antígenos son moléculas solubles
- c) Oponización, cuando se disminuye la capacidad infecciosa de un virus
- d) Aglutinación, cuando se adhieren los antígenos solubles a las membranas de las células
- e) Todas las respuestas son falsas

Solución: e

La unión del anticuerpo al antígeno desencadena una serie de mecanismos que terminan por destruir al patógeno. La interacción de estas moléculas es altamente específica y puede producir distintos resultados: a) **precipitación**, se insolubilizan los antígenos formando precipitados; b) **neutralización**, los anticuerpos se unen al antígeno impidiendo que este ejerza su acción al bloquear su unión a la célula diana; c) **opsonización**, los antígenos son recubiertos para facilitar su posterior destrucción por fagocitos; d) **aglutinación**, los anticuerpos se unen simultáneamente a los antígenos de diversas células o virus formando un entramado de estructuras adheridas unas a otras.

46. En 1982 Stanley B. Prusiner propuso el nombre de «prión» para el agente vinculado a un grupo de desórdenes degenerativos del sistema nervioso central, que comparten características patológicas crónicas y progresivas. Estas enfermedades pueden incubarse durante años o incluso décadas en humanos, de ahí que inicialmente a los agentes causantes se los conociera como «virus lentos», pero realmente los priones son:

- a) Formas celulares con capacidad infecciosa
- b) Moléculas de ARN monocatenario circular, que utilizan el enzima ARN polimerasa del hospedador
- c) Proteínas codificadas por genes que presentan una mutación puntual
- d) Capaces de causar enfermedades tanto en mamíferos como en vegetales
- e) Todas las respuestas son falsas

Solución: e

Los priones son formas acelulares capaces de causar enfermedades neuronales degenerativas en diversos organismos animales. Están constituidos por partículas proteínicas carentes de ADN y ARN. Inicialmente, la idea de un patógeno infeccioso constituido exclusivamente de proteínas fue vista con gran escepticismo, pero estudios posteriores a los de Prusiner no han modificado la conclusión original. En 1985 se demostró que la proteína prión es codificada por un gen de la propia célula, presentando dos isoformas: normal y patológica o infecciosa. Al parecer, la versión modificada de la proteína se podría acumular dentro de las células nerviosas formando agregados que, aparentemente, matan a las células, y no solo provoca los cambios degenerativos sino también se presupone que es el agente infeccioso capaz de transmitir la enfermedad de un animal a otro. Las enfermedades de este origen más conocidas son: encefalopatía espongiforme bovina (BSE; «vacas locas») y *scrapie* (ovejas). En humanos se han descrito, entre otras, la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob (CJD), el síndrome de Gerstmann-Straussler-Scheiner (GSS) y el kuru. Por el contrario, hasta el momento en vegetales no se han detectado patologías de este tipo.

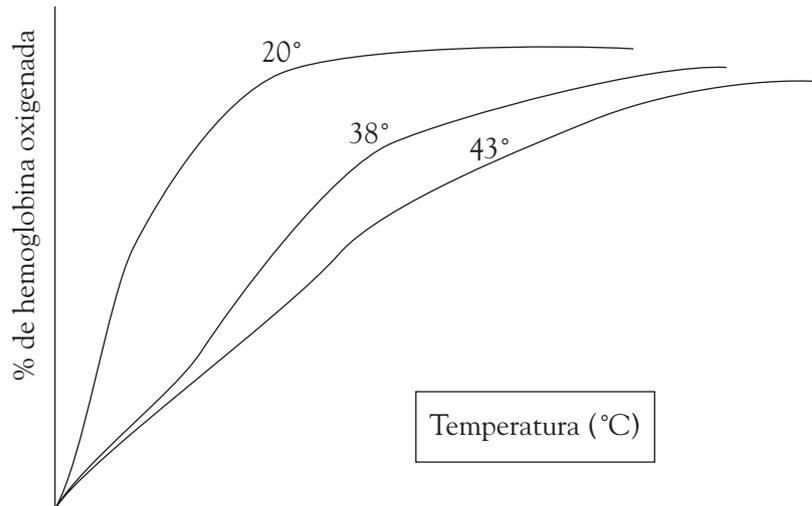
47. Los microorganismos desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas al estar implicados en los ciclos biogeoquímicos, donde:

- a) En condiciones aerobias el CO₂ atmosférico es transformado en compuestos inorgánicos mediante quimiosíntesis
- b) En ambientes aerobios los compuestos orgánicos son degradados por procesos de fermentación
- c) El nitrógeno atmosférico es fijado por diferentes bacterias y transformado en amoníaco, en presencia de O₂
- d) En condiciones aeróbicas el nitrito se oxida a nitrato
- e) Todas las respuestas son verdaderas

Solución: d

Sin duda alguna las bacterias desempeñan un papel primordial en los ciclos biogeoquímicos, en los que la presencia o ausencia de oxígeno es determinante para que se puedan efectuar o no ciertas reacciones. En el ciclo del carbono las bacterias sintetizan a partir del dióxido de carbono compuestos orgánicos, por quimiosíntesis o fotosíntesis, sin ser determinante la presencia o no del oxígeno. En el del nitrógeno las bacterias fijadoras producen amoníaco a partir de nitrógeno atmosférico, y otras distintas lo transforman en nitritos por medio de la nitrificación y posteriormente en nitratos, solo estos dos últimos procesos son aerobios. Por otro lado, diversos microorganismos participan en fermentaciones degradando anaeróbicamente compuestos orgánicos, como es el caso de ciertas bacterias y levaduras en las fermentaciones láctica y alcohólica, respectivamente.

48. En la gráfica se observa la influencia de la temperatura sobre la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno en tejidos. En consecuencia con estos datos se puede afirmar que:



- a) La excesiva actividad de los peroxisomas dificulta la unión del oxígeno a la hemoglobina
- b) La liberación de oxígeno en los tejidos está favorecida por las altas temperaturas
- c) La hipotermia se acompaña de un aumento de la frecuencia respiratoria
- d) La liberación de oxígeno en los tejidos está dificultada por las altas temperaturas
- e) Las respuestas a) y b) son ciertas

Solución: e

De la interpretación de la gráfica se deduce que el aumento de la presión parcial de oxígeno se corresponde con el aumento del porcentaje de hemoglobina oxigenada hasta alcanzar un valor de saturación. Asimismo, se observa que la disminución de temperatura facilita la oxigenación de la hemoglobina. Teniendo en cuenta lo anterior, y conociendo que de la actividad de los peroxisomas se desprende calor, la afirmación a) es verdadera; también es, por tanto, cierta la opción b), ya que las altas temperaturas favorecen la disociación del oxígeno de la hemoglobina; por esta misma razón la respuesta d) es falsa. La hipotermia, o baja temperatura, a la que se refiere la opción c), mantendrá altos los niveles de oxihemoglobina, por lo que no requiere un aumento de la ventilación.

49. Se han identificado hasta 70 elementos químicos o bioelementos capaces de ser, aunque en cantidades ínfimas, constituyentes de los seres vivos. Elige de entre las siguientes funciones la que sea falsa:

- a) El hierro forma parte de la hemoglobina, cromoproteína de naturaleza porfirínica encargada de transportar el oxígeno
- b) El yodo es necesario para fabricar la tiroxina, hormona que controla el metabolismo energético y cuya carencia puede producir bocio

- c) El cloro se encuentra en la clorofila, pigmento que contiene un grupo porfirínico similar al del grupo hemo y que interviene en la fase luminosa de la fotosíntesis
- d) El zinc es un oligoelemento que puede actuar de cofactor ayudando a constituir el centro activo en numerosas enzimas
- e) Los bioelementos se clasifican en primarios, secundarios y oligoelementos en función del porcentaje en el que aparecen en la materia viva

Solución: c

Teniendo presente las principales características de los bioelementos, son ciertas las respuestas a), b), d), y e), mientras que en la respuesta c) hay un error, ya que el bioelemento cloro no forma parte de la clorofila; dicha molécula es un pigmento que interviene en la fase fotoquímica de la fotosíntesis captando la luz solar. Químicamente es una metalporfirina, constituida por un anillo tetrapirrólico en cuyo interior hay un átomo de magnesio, y por dos cadenas laterales alcohólicas: metanol y fitol (alcohol de 20 átomos de carbono).

50. A finales del siglo XIX, Von Behring observó que los sueros de animales que habían padecido difteria contenían sustancias que neutralizaban el efecto de la toxina diftérica. A estas sustancias se las denominó anticuerpos debido a su capacidad de reconocer a las toxinas bacterianas. Posteriormente, Hebermans propuso el término de inmunoglobulinas para designar a todas las sustancias con capacidad de anticuerpo y que están formadas por:

- a) Dos cadenas ligeras que se unen por puentes de hidrógeno
- b) Dos cadenas ligeras largas y dos cadenas pesadas cortas
- c) Dos cadenas ligeras que dan lugar a cinco isotipos
- d) Dos cadenas ligeras que se unen por puentes disulfuro a dos cadenas pesadas
- e) Todas las respuestas son falsas

Solución: d

Los anticuerpos se forman en las células o linfocitos B cuando estos son activados y se diferencian a células plasmáticas; se trata de glucoproteínas de conformación globular y se las clasifica dentro de la familia de las gammaglobulinas. Poseen dos cadenas polipeptídicas pesadas y largas (H) iguales entre sí, y dos ligeras y cortas (L) también idénticas. Las cadenas ligeras se unen a las pesadas y estas entre sí por medio de puentes disulfuro, tanto en las cadenas H como en las L hay una región variable por donde el anticuerpo se une al antígeno, y un sector constante. En humanos existen cinco tipos de cadenas H o isotipos que dan lugar a las cinco clases de Ig existentes: Ig A, Ig G, Ig M, Ig E e Ig D.

Coordinación editorial: **Antonio Brandi**

Dirección de arte: **José Crespo**

Ilustración: **Carlos Aguilera**

Jefe de desarrollo de proyecto: **Javier Tejeda**

Dirección técnica: **Ángel García Encinar**

Coordinación técnica: **Francisco Moral**

Confección y montaje: **Juan Pablo Mora, Eva Hernández, Francisco Moral**

Corrección: **Ángeles San Román, Gerardo Z. García**

Documentación y selección fotográfica: **Nieves Marinas**

Fotografías: C. Jiménez; A. G. E. FOTOSTOCK / Dennis Kunkel; ARCHIVO SANTILLANA

© 2008 by M.^a Victoria Pérez Celada, Manuela Pozuelo Pizarro, M.^a Lara Callejo Gea,
Eduardo Moreno Heras y Raquel San Sotero Arriscado
Torrelaguna, 60. 28043 Madrid
PRINTED IN SPAIN
Impreso en España por

ISBN: 978-84-294-8290-4

CP: 939385

Depósito legal:

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con la autorización de los titulares de la propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (artículos 270 y siguientes del Código Penal).