

# Solucionario

## LA INFORMACIÓN Y LA MANIPULACIÓN GENÉTICA

### Interpreta la imagen

- La imagen del fondo representa el ADN. Se observa un fragmento de la doble hélice y la secuencia de bases de un mensaje genético.
- Se observa el corazón, el nacimiento de la arteria pulmonar y de la aorta. Se observa también el aparato digestivo, los pulmones y algunos huesos largos de las extremidades.
- El salmón transgénico (OGM) es un salmón atlántico al que se le ha añadido ADN de salmón real, una especie gigante del océano Pacífico. Los nuevos salmones producen más hormona del crecimiento y en año y medio alcanzan la talla típica de los tres años, que es el tamaño que demanda el mercado.

### Claves para empezar

- El ADN contiene la información genética para que la célula fabrique proteínas y estas son necesarias para que se exprese un determinado carácter.
- Es el conjunto de toda la información genética del ser humano, o sea la secuencia de ADN que está contenida en los 23 pares de cromosomas de cada una de las células del ser humano.
- R. L.
- R. L.
- Es el conjunto de técnicas de manipulación de genes en el laboratorio realizadas con un propósito concreto para que sea aprovechable para las personas.

- 1 Interpreta la imagen.** Aparecen cuatro nucleótidos.
- 2 Interpreta la imagen.** Su secuencia es: TACG.
- 3 Interpreta la imagen.** Los peldaños están formados por los pares de bases complementarias. Los pasamanos están formados por las pentosas y el ácido fosfórico que se van alternando y forman un esqueleto externo.
- 4 Interpreta la imagen.** Hay cuatro pares de nucleótidos por vuelta de hélice.
- 5** Las dos cadenas son antiparalelas porque se disponen de forma paralela pero en sentidos opuestos y complementarias porque las bases de una cadena siempre se enfrentan a las complementarias de la otra cadena. Así, siempre quedan enfrentadas la timina frente a la adenina y la citosina frente a la guanina.
- 6** ADN. Composición: desoxirribosa; A, T, G y C. Estructura: dos cadenas de polinucleótidos enrolladas a lo largo de un eje imaginario, formando una doble hélice. Las dos cadenas son antiparalelas. Localización: en eucariotas: en el núcleo, las mitocondrias y los cloroplastos. Función: almacena la información genética de la célula.  
ARN. Composición: ribosa; A, U, G y C. Estructura: una sola cadena de polinucleótidos que no forma una estructura definida. Localización: en eucariotas: en el núcleo y en el citoplasma. Función: tres tipos, ARNm, ARNr y ARNt, que intervienen en la síntesis de proteínas.
- 7 USA LAS TIC.** R. M. Rosalind Franklin, química y cristalógrafa inglesa que obtuvo imágenes por difracción de rayos X del ADN. Sus fotografías fueron las más claras y concluyentes del equipo de la Universidad de Cambridge que buscaba la estructura del ADN. Su utilización, al parecer sin permiso, por

Watson y Crick, fue decisiva para que en 1952 estos hicieran pública la estructura del ADN.

- 8 Interpreta la imagen.** Cadena original: TAGCTGAACTTCTCACTCTC. Cadena nueva: ATCGACTTGAGAAGTGAGAG.
- 9** La replicación tiene lugar dentro del núcleo en las células eucariotas y en el citoplasma en las células procariotas.
- 10** La importancia biológica de la replicación estriba en que este proceso es la base de una de las propiedades básicas de la vida, la perpetuación de la información genética de cada célula madre. De una molécula con información genética contenida en una célula, se originan dos exactamente iguales que se reparten en cada una de las células hijas.
- 11** Significa que cada una de las dobles cadenas originadas en la replicación contiene una cadena «madre» u original y una cadena «hija» o de nueva síntesis.
- 12 Interpreta la imagen.** Cada rectángulo negro representa un gen, un fragmento de ADN que contiene la información para sintetizar una proteína. Las bolas de colores son la proteína formada por aminoácidos que se sintetiza a partir de la información del gen. Esta proteína es la que determina un carácter.

### Saber más

- **USA LAS TIC.** George W. Beadle, Edward Lawrie Tatum y Joshua Lederberg recibieron el premio Nobel de Fisiología o Medicina en 1958.
- 13** Para que se exprese un determinado carácter es preciso que exista un gen que contiene la información para sintetizar una proteína, que es necesaria para que se exprese ese carácter. Es muy frecuente que para un carácter existan al menos dos genes, lo que ocurre en los organismos diploides como el ser humano.
- 14** La diferencia entre las proteínas se debe al número, el tipo y el orden específico en que están dispuestos los aminoácidos. El número de proteínas posibles es enorme. Ello se debe a que los aminoácidos se pueden repetir en una cadena y el orden en que se disponen es libre. Repetición, orden y número de aminoácidos constituyentes vienen únicamente determinados por la secuencia de bases del ADN, siendo esta la que determina la diferencia entre proteínas. Si queremos construir una proteína con 100 aminoácidos, podemos hacerlo de 20 100 maneras diferentes. Este número es monstruoso, mucho mayor que el número de estrellas del universo. Pero también podemos probar a hacer proteínas con 101 aminoácidos 20 101, o con números mayores. Por ejemplo, con 400 aminoácidos el número posible de proteínas diferentes sería de 20 400.
- 15 USA LAS TIC.** R. L.
- 16**
  - Ala (alanina), viene codificada por los codones GCU, GCC, GCA y GCG.
  - Gly (glicina), viene codificada por los codones GGU, GGC, GGA y GGG.
  - Cys (cisteína), viene codificada por los codones UGU y UGC.

- 17** a) Hebra molde: TACAGTAAGCTGCATCAGGCCACTGAA  
 b) ATGTCATTCGACGTAGTCCGGTGA CTT  
 c) Met—Ser—Phe—Asp—Val—Val—Arg  
 d) Si no hubiera un codón final y siguiera la transcripción, no pasaría nada porque UUU también codifica fenilalanina.
- 18** El elemento que transporta la información del ADN al citoplasma es el ARN mensajero (ARNm), que es monocatenario. Un fragmento del ADN (un gen) se transcribe a una cadena de ARNm monocatenaria, que puede emigrar del núcleo al citoplasma a través de los poros de la membrana nuclear. Una vez en el citoplasma, el ARNm es traducido por los ribosomas, libres o asociados al RER, dando lugar a proteínas.
- 19** Significa que en casi todos los seres vivos el mismo triplete de bases nitrogenadas codifica para un mismo aminoácido. La importancia radica en que, por ejemplo, en bacterias se pueden obtener proteínas humanas introduciendo un gen humano en una bacteria.
- 20** Son cambios o alteraciones en el material genético de una célula, desde la variación de una base nitrogenada hasta la variación en el número de cromosomas normal de una especie. Ejemplos: anemia falciforme, síndrome de Down, albinismo, polidactilia, sindactilia, etc.
- 21** Cuando las mutaciones afectan al material genético de las células reproductoras, son potencialmente heredables. Si las mutaciones afectan al ADN de las células somáticas, como por ejemplo las que dan lugar a los lunares, no se heredan.
- 22** Con solo un nucleótido distinto del original puede originarse una proteína muy diferente.
- 23** La biotecnología es la utilización de sistemas biológicos, seres vivos o sus derivados en la creación o modificación de productos o procesos de interés para las personas. La biotecnología moderna, a diferencia de la antigua o clásica, emplea técnicas avanzadas de manipulación directa del ADN. La biotecnología moderna nace con la llegada de la ingeniería genética.
- 24** Un objetivo de la ingeniería genética es la introducción en organismos con alta tasa de reproducción, como las bacterias, de genes procedentes de animales y plantas para que se expresen en aquellas y, por su rápida reproducción, generen grandes cantidades del producto del gen. Otro objetivo de la ingeniería genética es la clonación, es decir, la producción de copias idénticas, ya sea de genes, células e incluso individuos.
- 25** USA LAS TIC. R. L.
- 26** **Interpreta la imagen.** Las tijeras de este dibujo simbolizan las enzimas de restricción. Estas enzimas son proteínas capaces de cortar el ADN en puntos específicos. Con la ayuda de estas enzimas podemos aislar un gen determinado. Se conocen más de 400 tipos de estas proteínas; la mayoría de las utilizadas provienen de bacterias y se diferencian en que efectúan el corte en distintos lugares.
- 27** **Interpreta la imagen.** R. G. Si el alumno realiza el ejercicio bien, debe conseguir 8 copias de ADN.
- 28** **Interpreta la imagen.** La diferencia estriba en que en la terapia génica *in vivo* el virus vector que porta el gen terapéutico infecta el órgano del paciente y produce allí la transformación. En la terapia *ex vivo* se extraen células del órgano enfermo, que son modificadas en el laboratorio por el virus vector que porta el gen terapéutico. Una vez transformadas, se introducen en el cuerpo del paciente.
- 29** La biorremediación consiste en la utilización de microorganismos recombinantes capaces de degradar compuestos contaminantes del suelo o del agua. Es el caso de, por ejemplo, la eliminación de las mareas negras mediante la utilización de bacterias capaces de degradar los hidrocarburos de petróleo y transformarlos en sustancias menos perjudiciales para el medio ambiente.
- 30** Un OGM es aquel organismo en el que se ha introducido en su ADN un transgén; esto es, un gen de la misma o de diferente especie que nos interesa porque tiene una característica especialmente útil, como producir alguna proteína o expresar alguna característica de interés.
- 31** USA LAS TIC. R. L.
- 32** EDUCACIÓN CÍVICA. R. L.
- 33** **Interpreta la imagen.** De la oveja n.º 1, ya que es la que aporta el núcleo. La oveja 2 no aporta material nuclear y la oveja 3 tampoco.
- 34** El principal interés de la clonación reproductiva se centra en la producción ganadera, lo que permite obtener especies con unas características determinadas. También se aplica en la conservación y reproducción de especies que se encuentran en peligro de extinción.  
 La clonación terapéutica consiste en clonar tejidos u órganos y utilizarlos en la cura de ciertas enfermedades o en trasplantes de órganos. Este tipo de clonación necesita obtener células madre. Actualmente se consigue regenerar tejidos dañados por infartos, fracturas graves o quemaduras y se investiga sobre la curación de diferentes enfermedades, como diabetes, alzhéimer o leucemias mediante implante de estas células.
- 35** En la clonación reproductiva no se utilizan células madre, y en la clonación terapéutica, sí.
- 36** USA LAS TIC. R. L. El alumno debe hacer referencia a la obtención de células madre adultas.

### Saber más

- USA LAS TIC. R. L.
- 37** USA LAS TIC. R. L.
- 38** Porque es necesario proporcionar criterios sobre qué se puede y qué no se puede hacer. Es decir, llevar al convencimiento de que la ciencia y la tecnología tienen que ser medios para el bienestar humano y no instrumentos de dominación y control. Así, por ejemplo, el conocimiento de nuestro genoma abre la posibilidad de la manipulación del material genético de nuestra especie. Utilizar la terapia génica para conseguir unos determinados caracteres podría llevar a la pérdida de diversidad genética.

## LA INFORMACIÓN Y LA MANIPULACIÓN GENÉTICA

- 39** La aparición de organismos transgénicos puede provocar, a su vez, la de nuevos microorganismos patógenos que causen enfermedades desconocidas.

La introducción de organismos transgénicos en los ecosistemas puede provocar la desaparición de especies. Además, estos organismos podrían causar desastres ecológicos, como constituir plagas imposibles de controlar. Otro riesgo es la posibilidad de polinización cruzada, mediante la cual el polen de plantas modificadas genéticamente puede pasar a plantas no modificadas, provocando trastornos en el ecosistema.

- 40** R. L. Deberá valorarse la importancia de la visión multidisciplinar y la participación de la sociedad en las cuestiones bioéticas.

**41 RESUMEN.**

- El ADN es la molécula que almacena la información genética. En eucariotas se encuentra en el núcleo formando la cromatina, en las mitocondrias y en los cloroplastos. En procariotas se encuentra en el citoplasma y forma el cromosoma bacteriano y los plásmidos. En los virus, el ADN está encerrado en una cubierta proteica.
- El ADN es un tipo de ácido nucleico. Los ácidos nucleicos están constituidos por largas cadenas de nucleótidos enlazados entre sí. Los nucleótidos del ADN están formados por desoxirribosa, ácido fosfórico y una base nitrogenada (A, G, T o C). Cada molécula de ADN está formada por dos cadenas antiparalelas que se mantienen unidas por la unión de las bases, A con T y G con C. El orden de las bases o secuencia determina la información genética.
- El ARN es otro tipo de ácido nucleico que se encuentra en todos los seres vivos. Sus nucleótidos están formados por ribosa, ácido fosfórico y una base nitrogenada (A, U, G o C). Suele estar formado por una sola cadena de polinucleótidos. En las células eucariotas el ARN se localiza en el núcleo y en el citoplasma. Hay tres clases de ARN: mensajero (ARNm), transferente (ARNt) y ribosómico (ARNr).
- Mediante la replicación, cada cadena de ADN hace una copia de sí misma con el fin de poder transmitirla a cada una de las células hijas. La doble cadena de ADN se abre paulatinamente y permite la síntesis de cadenas nuevas sobre las originales. El resultado son dos dobles cadenas, cada una de las cuales tiene una cadena de nueva síntesis y una original. Se dice que la replicación es semiconservativa. Para evitar los errores del proceso existen enzimas de reparación.
- Los genes son fragmentos de ADN que contienen la información genética para la síntesis de una proteína necesaria para que se exprese un determinado carácter en el individuo. Las proteínas son cadenas formadas por la secuencia de moléculas más sencillas, denominadas aminoácidos. Hay 20 distintos. Un cambio en el gen puede provocar una alteración en la proteína.
- La información que contiene el ADN tiene que ser descodificada en dos procesos: a) en la transcripción se forma una molécula de ARNm cuya secuencia de bases nitrogenadas es complementaria a una de las hebras de la doble hélice de ADN. b) En la traducción se sintetiza una proteína cuya secuencia de aminoácidos está determinada por la secuencia de bases nitrogenadas del ARNm. Esto requiere que los ribosomas «lean» el mensaje genético en grupos de tres nucleótidos, denominados codones. Al ir avanzando el ribosoma sobre el ARNm, va «pegando» aminoácidos que son transportados por el ARN transferente, que selecciona un aminoácido específico para cada codón. De esta manera, la secuencia de bases del ARNm establece el orden en el que se van añadiendo los aminoácidos en la cadena que formará la proteína. El código genético determina qué aminoácido le corresponde a cada tres nucleótidos del ARN mensajero o codón. Es universal.
- Las alteraciones en el material genético de una célula se denominan mutaciones, que pueden traducirse en cambios en las proteínas con consecuencias negativas, beneficiosas o neutras. Las mutaciones son una fuente de variación genética para la población, ya que pueden originar la aparición de genes nuevos. Las mutaciones se clasifican según el tipo de células a las que afectan, la cantidad de ADN que modifican y según su origen.
- La biotecnología es la utilización de sistemas biológicos para la creación o modificación de productos. Cuando la biotecnología emplea técnicas avanzadas de manipulación del ADN, recibe el nombre de ingeniería genética. Entre sus técnicas destaca la utilización de ADN recombinante que utiliza enzimas de restricción, ligasas y vectores génicos. Otra técnica de la ingeniería genética es la amplificación de genes (PCR). Sus aplicaciones abarcan diversos campos: medicina (obtención de medicamentos, identificación de microorganismos, diagnósticos de enfermedades, terapia génica, etc.); medio ambiente (biorremediación, biodegradación, producción de combustibles, etc.); agricultura y ganadería (organismos transgénicos); investigación forense (huella genética); ciencia básica (estudios evolutivos); etc.
- Un logro de la biotecnología moderna es la clonación, es decir, la producción de copias idénticas, de genes, células e incluso de individuos. La clonación reproductiva tiene como objetivo conseguir individuos nuevos idénticos entre sí y al original. Actualmente, la ley prohíbe la clonación reproductiva en seres humanos. La clonación terapéutica consiste en clonar tejidos u órganos y utilizarlos en la cura de ciertas enfermedades o en trasplantes de órganos. Este tipo de clonación necesita obtener células madre mediante las cuales se consigue regenerar tejidos dañados.
- El Proyecto Genoma Humano (PGH) fue el primer esfuerzo, coordinado internacionalmente, por localizar e identificar los genes que forman el genoma humano, descifrar la secuencia de nucleótidos de nuestro ADN y saber cuántos genes son los codificadores de proteínas. Gracias a este proyecto sabemos, por ejemplo, que nuestra especie tiene 25 000 genes que codifican proteínas y que ese ADN es solo el 2% del total.

- La bioética se define como el estudio de los problemas éticos originados por la investigación biológica y sus aplicaciones. Interesan a la bioética el uso de células madre, la terapia génica, la clonación humana, los trasplantes, etc. Para dar respuesta a estas cuestiones se han creado diferentes organizaciones, entre las que destaca el Comité Internacional de Bioética, dependiente de la Unesco. En nuestro país se creó en 2007 el Comité de Bioética de España, formado por biólogos, filósofos, médicos, abogados, etc.
- 42** R. M.
- La timina es una base nitrogenada exclusiva del ADN.
  - La ribosa es un glúcido de cinco átomos de carbono, una pentosa exclusiva del ARN.
  - El uracilo es una base nitrogenada exclusiva del ARN.
  - La desoxirribosa es un glúcido de cinco átomos de carbono, un azúcar exclusivo del ADN.
  - La adenina es una base nitrogenada.
- 43** a) Es un polinucleótido de cadena doble y antiparalela. Es ADN (aunque podría ser también ARN de cadena doble).  
b) 1. Nucleótido; 2. Fosfato; 3. Desoxirribosa; 4. Citosina; 5. Guanina; 6. Adenina; 7. Timina.  
c) Mediante enlaces por puentes de hidrógeno, 2 entre A y T y 3 entre C y G.  
d) Complementarias y antiparalelas.
- 44** ADN. Composición química: desoxirribosa; A, T, G, C. Estructura: doble cadena complementaria y antiparalela, lineal, que forman la cromatina. También hay ADN de doble cadena circular en las mitocondrias y los cloroplastos. Función: portador es la molécula que almacena la información genética de la célula, y por tanto, del individuo.  
ARN. Composición química: ribosa; A, U, G, C. Estructura: suele estar formado por una sola cadena de polinucleótidos; cadena sencilla ARNm, y mixta ARNt y ARNr; en algunos virus, cadena doble. Función: ARNm, transporta información del ADN nuclear a los ribosomas, para que se fabriquen las proteínas; ARNr, forma parte, junto con proteínas, de los ribosomas; ARNt, se une a aminoácidos específicos que transporta hasta los ribosomas, para que se fabriquen las proteínas.
- 45** Significa que las dos dobles cadenas hijas, formadas a partir de una doble cadena madre, tienen una cadena materna y la otra de nueva síntesis. La duplicación del ADN se produce justo antes de la división celular.
- 46** 1. Membrana nuclear; 2. Doble hélice; 3. Transcripción; 4. ARN mensajero; 5. Traducción; 6. Ribosoma; 7. ARNt.
- 47** Un codón es un grupo de tres nucleótidos del ARNm que codifican un aminoácido o que actúan como señal en la síntesis de proteínas. El código genético determina qué aminoácido le corresponde a cada codón. Existen 64 codones posibles y 20 aminoácidos. Esto significa que un mismo aminoácido puede estar codificado por más de un codón. AUG es un codón que codifica metionina y además es la señal de inicio de la traducción.
- UAA UAG y UGA no codifican ningún aminoácido, sino la señal de fin de la traducción.
- 48** Se une a aminoácidos específicos para cada codón que transporta hasta los ribosomas, donde se fabrican las proteínas.
- 49** Mutaciones: según las células afectadas (somáticas y germinales o heredables); según el ADN afectado (génicas o puntuales y cromosómicas); según su origen (espontáneas e inducidas).
- 50** La biotecnología es la utilización de sistemas biológicos, seres vivos o sus derivados en la creación o modificación de productos o procesos de interés para las personas. Ha sido utilizada desde hace tiempo en diversos campos, como la agricultura y la ganadería, la industria alimentaria y la medicina. La biotecnología moderna utiliza técnicas muy avanzadas. Cuando esas técnicas incluyen la manipulación y modificación del ADN, hablamos de ingeniería genética.
- 51** • Enzima de restricción: proteínas capaces de cortar el ADN en puntos específicos. Con la ayuda de estas enzimas podemos aislar un gen determinado. Se conocen más de 400 tipos de estas proteínas; casi todas las utilizadas provienen de bacterias y se diferencian en que efectúan el corte en distintos lugares.  
• ADN ligasas: enzimas que permiten unir fragmentos de ADN de diferente procedencia, originando así un ADN híbrido.  
• Vectores de transferencia: moléculas de ADN que pueden reproducirse autónomamente y que sirven para transportar genes. Uno de los más utilizados son los plásmidos bacterianos, pequeñas moléculas de ADN circulares que incorporan con facilidad ADN procedente de otro organismo. También se utiliza el material genético de ciertos virus.  
• Transgénico u organismo OGM es aquel organismo en el que se ha introducido un transgén, un gen que nos interesa porque tiene una característica especialmente útil, procedente de otro organismo, ya sea de la misma o de diferente especie. La modificación genética permite que el transgénico produzca alguna proteína útil o exprese alguna característica de interés.
- 52** 1. Se identifica y localiza el gen deseado. El ADN donante es sometido a enzimas de restricción, que cortan los extremos del fragmento de ADN que nos interesa. 2. Con las mismas enzimas se corta el plásmido utilizado como vector. 3. El fragmento de ADN obtenido con las enzimas de restricción se une al vector con ayuda de las enzimas ADN ligasas. Se obtiene así un fragmento de ADN híbrido o recombinante. 4. La molécula de ADN recombinante se transfiere a una célula bacteriana receptora. 5. La molécula de ADN recombinada se replica en la célula receptora. Cuando esta se divide, las células hijas portan el ADN recombinado. Se crea así un clon de células que contienen el gen procedente de otra célula.
- 53** Esta técnica permite sustituir en humanos un gen defectuoso no funcional, causante de una enfermedad, por uno sano. De esta forma se pueden corregir

## LA INFORMACIÓN Y LA MANIPULACIÓN GENÉTICA

enfermedades de origen genético, disminuir la progresión de determinados tipos de cáncer y detener ciertas infecciones virales y enfermedades neurodegenerativas.

La transferencia de genes a células puede hacerse en el laboratorio y después integrarlos al cuerpo (*ex vivo*) o directamente a las células del paciente (*in vivo*).

- 54** a) Clonación reproductiva (prohibida en humanos).  
La clonación reproductiva tiene como objetivo conseguir individuos nuevos idénticos entre sí y al original. Para ello, se emplea por lo general la transferencia nuclear somática. Esta técnica está basada en la utilización de núcleos de células diferenciadas o de células embrionarias en un estado temprano del desarrollo. Por un lado, se obtienen células somáticas de un individuo, por otro se obtiene un óvulo del que se elimina el núcleo. Se inserta el núcleo de la célula somática en el óvulo y se implanta en el útero.
- b) Clonación terapéutica. Esta técnica consiste en clonar tejidos u órganos y utilizarlos en la cura de ciertas enfermedades o en trasplantes de órganos. Este tipo de clonación necesita obtener células madre. Cuando una célula madre se divide, cada célula nueva puede seguir siendo una célula madre o convertirse en otro tipo de célula con una función más especializada, como una célula muscular, un glóbulo rojo o una célula cardíaca.
- 55** Si hay un 35% de G, entonces también habrá un 35% de C. El 30% restante serán un 15% de A y un 15% de T.
- 56** a) La presencia de U en la cadena indica que se trata de ARN.  
b) Podría ya que aparece la señal de iniciación AUG. Según la secuencia que aparece, se sintetizarían 8 aminoácidos: Met-Pro-Gln-Lys-Met-His-Gly-Thr.
- 57** Lys-Asp-Arg-Ile-Thr-Ser-Pro-Pro-Arg-Arg.  
a) Se pueden cambiar varias bases sin que cambie la secuencia de la cadena de aminoácidos. Así, por ejemplo, los dos últimos tripletes (CGA y CGT) son equivalentes y difieren en una base. Igual ocurre con el 3.º triplete (AGA) y los últimos (CGA y CGT) y con los tripletes 7.º y 8.º (CCA y CGA).  
b) Bastaría cambiar el primer nucleótido de cualquiera de los tripletes 1.º, 2.º, 4.º, 5.º, 6.º, 7.º, 8.º y 10.º para que cambiara la secuencia de aminoácidos en la proteína. El cambio más drástico tendría lugar si cambiamos el primer nucleótido del primer triplete por una T ya que pararía la síntesis (codón UAA).
- 58** a) No lo heredarán porque se trata de una mutación somática, no heredable.  
b) El agente mutagénico es la radiación UVA.
- 59** Mediante enzimas de restricción se corta el gen de la luciferina y se inserta en un plásmido de una bacteria (*Agrobacterium tumefaciens*). Después, se infecta la planta con ella. La bacteria transfiere al genoma de la planta el gen de la luciferina. Mediante técnicas de cultivo *in vitro*, se seleccionan aquellas plántulas que sean fluorescentes y se les deja desarrollar la planta adulta cuyo genoma tendrá el gen de la fluorescencia expresando esta característica.
- 60** USA LAS TIC. R. L.
- 61** Las siglas UNESCO corresponden a *United Nations for Education Science and Culture Organization*. Su misión, en palabras de la propia organización, consiste en contribuir a la consolidación de la paz, la erradicación de la pobreza, el desarrollo sostenible y el diálogo intercultural mediante la educación, las ciencias, la cultura, la comunicación y la información.
- 62** Porque ha permitido identificar los genes que forman el genoma humano, descifrar la secuencia de nucleótidos de nuestro ADN y saber cuántos genes son los codificadores de proteínas, en definitiva, conocer cuál es nuestra constitución esencial como seres vivos. De su estudio y análisis pueden derivarse formas de prevenir y curar muchas enfermedades.
- 63** R. L.
- 64** R. L.
- 65** R. L.
- 66** El verdadero padre es el 1, ya que presenta una coincidencia de bandas de ADN mucho mayor con el hijo que el padre 2.
- 67** La mayor coincidencia de bandas se da entre: Bebé 1 - Padre y madre B; Bebé 2 - Padre y madre C; y Bebé 3 - Padre y madre A.

