

Tema 3

LA REVOLUCIÓN GENÉTICA

Estos comentarios no pretenden ser una resolución de las actividades, puesto que éstas pueden contestarse a través de la comprensión del texto. Más bien pretenden ser una guía de las decisiones que se han tomado a la hora de concretar la propuesta del tema.

COMENTARIOS AL APARTADO 1

FUENTE: Texto elaborado por el autor.

La biología moderna está fundamentada en dos paradigmas: la Teoría Celular y la Evolución. Los dos principios básicos de la Teoría Celular son: la célula es la unidad anatómica y funcional de los seres vivos y toda célula procede de una célula preexistente de la que procede por división, lo que permite explicar qué tienen en común todos los seres vivos.

Por otra parte, la Teoría de la Evolución da explicación a la diversidad de los seres vivos. Esta diversidad que, de manera conveniente, llamamos biodiversidad, es una propiedad inherente a la vida, y es consecuencia de la selección natural de los seres vivos para adaptarse a la multiplicidad de medios naturales.

La introducción del tema tiene un tratamiento histórico, porque la Teoría Celular nos obliga a dar cualquier explicación biológica, en este caso la reproducción, en clave celular. Rechazar la generación espontánea va unido a la ley de la Teoría Celular: “toda célula procede de una célula preexistente”.

La actividad propuesta no se responde en el texto anterior sino más adelante, pero se supone que es una información que el alumnado ya conoce de cursos anteriores y tan sólo debe recordar algunos aspectos clave que enseguida se revisarán. Por ello la competencia lectora que se pretende desarrollar se refiere a la reflexión y valoración sobre el contenido del texto y revisión de información que ya posee el alumnado.

COMENTARIOS A LOS APARTADOS 2.1 AL 2.3

FUENTE: Textos e ilustraciones: p. 2-3 (Ed. Santillana. Ciencias para el mundo contemporáneo. Anguita et al., p. 83 y 87); p. 3-4 (Ed. Anaya. Ciencias para el mundo contemporáneo. Rubio et al., p. 88-89).

Las semejanzas, los factores que determinan la herencia, también deben tener una base celular: ¿Dónde, en qué parte de la célula se encuentran localizados estos factores determinantes de cómo debe ser y qué es lo que puede hacer una determinada célula? ¿Cómo es el material del que están formados estos determinantes? ¿Cuál es su naturaleza química?

Para la primera pregunta, la respuesta es en el núcleo celular (en las células eucariotas, que son las que tienen núcleo, a diferencia de las procariotas que no tienen) y en las estructuras llamadas cromosomas (unidades morfológicas independientes), que sólo aparecen como unidades individuales, en las células eucariotas, en el momento de la división o en el único cromosoma que presentan las células procariotas.

La respuesta a la segunda pregunta sería que, el material genético, lo que transmite la herencia, está formado por unas moléculas complejas que llamamos ácidos nucleicos, casi siempre en forma de ADN, pero también en forma de ARN (es el caso de los virus).

El paso de la Generación Espontánea como explicación al origen de los organismos vivos, a la Teoría Celular y de aquí a la base molecular de la herencia, se hace imprescindible que lo entienda el alumnado, porque el objeto de estudio del tema, el material a tratar, sería cómo se comporta este material genético, y eso justificaría la introducción que se ha dado al tema.

Pese a ello, el conocimiento de la química de este material no debe ser excesivo, porque por un lado es objeto de estudio de otras asignaturas (Biología y Geología en 1º de Bachillerato) y por otra no puede ser muy extenso para el alumnado del Bachillerato Humanístico y de Ciencias Sociales. Por ello, la estructura del ADN y su replicación se presentan dentro de un cuadro, porque este contenido puede ser opcional. Lo será para el alumnado del Bachillerato Humanístico y de Ciencias Sociales. Y será de repaso para los del Bachillerato Científico-tecnológico.

Lo que sí que deben comprender es que se trata de moléculas complejas y largas que están formadas a partir de cuatro unidades (los nucleótidos) más sencillas y que, como son tan largas, necesariamente deben repetirse a lo largo de la molécula de ADN. Con este fin se ha propuesto la actividad 3, para que, a la vista de esquemas representativos de la molécula del ADN que aparecen en el texto, identifiquen los nucleótidos a lo largo de la molécula así como la complementariedad en la doble cadena; pero siempre con un tratamiento de encadenamiento de moléculas, que se hace imprescindible para poder entender cómo estas moléculas llevan información y cómo pueden expresarse.

En las actividades propuestas en estos apartados se persigue mejorar las competencias lectoras de obtención de información de los textos, elaboración de una interpretación y la reflexión y valoración sobre el contenido del texto.

COMENTARIOS AL APARTADO 2.4

FUENTE: Ilustración p. 6 (Ed. Martínez Roca. Orígenes de la vida. Joël de Rosnay, p. 75). Ilustración p. 7 (Ed. Destino. Inmortales y perfectos. Salvador Macip, p. 21).

Que la información pueda estar guardada en un código, molecular en este caso, basado en la repetición y el orden de unas unidades se hace imprescindible. Por eso habrá que dedicar tiempo, utilizando todos los ejemplos que creamos convenientes.

Esta información es la que hay que pasar de una generación a otra o de una célula a otra, porque es la que determina a un organismo ser como es o a una célula hacer lo que hace. Ahora bien, la funcionalidad a las células la tienen encomendada las proteínas, por eso habrá que entender que esta información se ha de traducir en otras moléculas que son las proteínas. Las proteínas serían los operarios que hacen posible todo lo que la célula puede hacer. En un símil que se puede establecer, serían algo así como los trabajadores de cadenas, y continuando con el símil se puede hablar de cadenas de montaje y desmontaje, que serían las rutas metabólicas.

Al acabar esta parte del tema será necesario que el alumnado tenga clara la diferencia entre gen (trozo de ADN que lleva información de cómo debe ser una proteína) y lo que es el genoma (conjunto de genes que presenta un individuo). Esta diferencia se hace fundamental para entender la manipulación genética, así como la utilidad que tiene el conocer el genoma de una especie.

La ilustración de la página 6, tomada del libro de Joël de Rosnay “Orígenes de la vida”, tiene la utilidad “de ilustrar”, como si de una fábrica se tratara, cómo se produce el proceso de la transcripción y la traducción, ahora bien, hay que entender que, como hemos considerado antes, se debe hacer de una manera diferente en el bachillerato de ciencias y en el de ciencias sociales y humanístico.

En todos los casos, lo que si debe quedar muy claro es el esquema que aparece en la página séptima y que sería el dogma de la Biología Molecular, porque en caso contrario no se puede entender todo lo que sigue en el tema.

La actividad propuesta en este apartado pretende fomentar la competencia lectora de obtención de información y elaboración de una interpretación a partir de la información dada.

COMENTARIOS A LOS APARTADOS 2.5 Y 2.6

FUENTE: Ilustración p. 8 (Ed. Destino. Inmortales y perfectos. Salvador Macip, pag. 21). Texto p. 9 (Ed. Destino. Inmortales y perfectos. Salvador Macip, p. 50-51). Ilustración p. 10 (Ed. Oxford. Ciencias para el mundo contemporáneo. Ramón Núñez, p. 129).

Empezamos lo que sería el contenido más propio del tema con el genoma humano. Se hace necesario señalar el momento en que se encuentra su estudio y hacer una valoración de la importancia que tiene su conocimiento, tanto por lo que respecta a las perspectivas actuales, como a las futuras. Por ello, se habla de la utilización del genoma, en su conjunto y no gen a gen; el estudio de los polimorfismos, y su relación con los marcadores genéticos, así como la aplicación en el estudio de la llamada huella genética y su utilidad en las pruebas de paternidad.

Siguen unos comentarios a la actividad A.6, cuestión 4: para discutir la idea polémica que aparece en el texto de la actividad sobre que los *polimorfismos pueden ser la causa de una buena parte de nuestra personalidad*.

La idea de que la sangre primero y los genes después determinan el CI, la personalidad, etc. tiene una larga tradición y por ello merece un análisis detallado que ha sido realizado por autores como Gould (1997), Lewontin y otros (1997), Lalueza (2001), etc. Estos autores ponen de manifiesto que es una idea de sentido común y así se puede encontrar expresada en novelas decimonónicas, en las que la fuerza de la sangre mantiene “buenos” a los huérfanos de “buenas” familias a pesar de los medios miserables en que se crían, como *Oliver Twist*, y que alcanza su máxima expresión en el determinismo de la herencia de Zola.

Médicos como Broca, Lombroso y otros, trataron de medir la inteligencia con medidas del tamaño del cerebro. Francis Galton y su discípulo Karl Pearson, con estudios estadísticos, trataron de demostrar que el genio era hereditario. El psicólogo Binet en lugar de medir el cerebro trató de medir la inteligencia, con la idea de identificar a los niños que no podían aprovechar la instrucción y buscar métodos para incrementar esa inteligencia. Esta segunda parte fue olvidada por los psicólogos anglosajones (Goddard, Spearman, Terman y un largo etc.), que elaboran tests que medían una única cantidad innata, el coeficiente intelectual (CI), en gran parte fruto de la herencia y poco modificable por el ambiente familiar, escolar. Esto se ponía de manifiesto objetivamente porque los peores resultados los obtenían personas de la clase trabajadora, de minorías raciales, inmigrantes, etc., lo que explicaba las desigualdades sociales por desigualdades de inteligencia. Se utilizaron sistemáticamente en el ejército, el sistema educativo, los inmigrantes, etc., con una finalidad clasificatoria. Algunos, como Cyril Burt, aceptaban la existencia de diversas inteligencias específicas relacionadas con cada tipo de tarea concreta, pero consideraban que existía una inteligencia general, el CI, que prevalecía sobre ellas. Este autor trató de demostrar el carácter hereditario del CI y la poca influencia del ambiente, haciendo estudios con gemelos educados por familias diferentes que parecían confirmar sus tesis.

No es extraño que partidarios del carácter hereditario de la inteligencia, como Galton o Pearson, defiendan el eugenismo, es decir, la selección planificada de la raza humana por esterilización de los individuos más aptos. Sin llegar tan lejos, los defensores de la inteligencia heredada también suelen ser partidarios de medidas clasificatorias y selectivas en educación. Así Cyril Burt influyó en la implantación en el sistema educativo del examen “*eleven plus*”, que, como nuestras reválidas pasadas, que los alumnos prosiguiesen estudios a partir de una determinada edad si no los superaban.

Lewis M. Terman, creador del test Stanford-Binet (modelo de los posteriores) e introductor del CI era partidario de itinerarios para alumnos superdotados, brillantes, promedio, lentos y especiales, cada uno de los cuales tendría un currículo especializado.

Pero el gran desarrollo de la genética (a partir del descubrimiento de la estructura del ADN por Watson y Crick) dio pie al determinismo genético, en consecuencia una serie de rasgos del individuo, como la inteligencia, están determinados genéticamente. Consecuentemente, a partir de los años 60 vuelven a aparecer teorías sobre el origen hereditario (genético) de la inteligencia como las de Jensen y Eysenk.

Afortunadamente hay muchas corrientes psicológicas, como las teorías de Thurstone o Guilford, que consideran que la inteligencia está constituida por una serie de aptitudes mentales independientes e igualmente importantes, como la comprensión verbal, la numérica, la espacial, la memoria, el razonamiento, etc., lo que imposibilita la clasificación de los individuos en una única escala (el CI). También los conductistas y sus principales críticos, los cognitivos, cuestionan la estabilidad de la inteligencia y centran su estudio en los procesos (conductuales en un caso y cognitivos en el otro) que la constituyen que, como tales procesos, son dinámicos y susceptibles de mejora.

Pero las críticas más aceradas a las teorías de la inteligencia hereditaria provienen de biólogos como los antes mencionados Gould, Lewontin, Rose, Kamis, Lalueza, etc. Ponen de manifiesto como muchos resultados de dichas teorías se han obtenido violando los cánones de la objetividad científica. Cyril Burt falsificó resultados, inventando pares de gemelos idénticos. También han demostrado que los tests de CI incluían referentes culturales específicos, e incluso juicios clasistas, comportamientos socialmente aceptables o estereotipos sociales.

Respecto al determinismo genético subrayan que nadie ha podido relacionar ningún aspecto del comportamiento social humano con un gen particular, ya que los rasgos que manifiesta un organismo, el fenotipo, no están determinados por el genotipo. Son una consecuencia de la interacción de genes y ambiente. Es por tanto un error decir que la biología y la cultura suman el 100 % del individuo, como hacen los que señalan que un determinado % de la inteligencia está determinado por los genes y el resto, por el ambiente. Olvidan la interacción de ambos y que el ambiente es variable y, en consecuencia, esos porcentajes pueden variar con el tiempo.

Se proponen una serie de actividades para favorecer la obtención de información y el desarrollo de una comprensión general del texto.

COMENTARIOS A LOS APARTADOS 2.7 Y 2.8

FUENTE: Ilustración p. 11 (Ed. Oxford. Ciencias para el mundo contemporáneo. Ramón Núñez, p. 129). Texto p. 12 (Ed. Taurus. ADN. reelaborado a partir del capítulo "El análisis de las huellas genéticas". Watson, James D. p. varias).

El texto “*La huella genética y la justicia*” puede tener un carácter voluntario o de trabajo para casa, pero resulta interesante para conocer la controversia que puede producir la ciencia, con sus procedimientos, en otros ámbitos, como el de la justicia, que también tiene sus procedimientos propios, y que son éstos los que, en definitiva, validan la utilidad de una prueba practicada, es decir, si la prueba es legal o no. Estas temáticas, que tienen un carácter más social, siempre pueden servir para motivar y acercar al alumnado a la ciencia porque es donde aparecen muy bien las relaciones ciencia, técnica y sociedad (CTS), objeto de estudio de esta asignatura.

La actividad propuesta en estos apartados busca desarrollar las competencias lectoras de la comprensión general y la reflexión y valoración del contenido del texto.

COMENTARIOS AL APARTADO 3

FUENTE: Ilustración, p. 13 (Ed. Taurus. ADN. Watson, James D., p. 93); textos de los cuadros e ilustraciones, p. 14, 17, 18 y 19 (Ed. Destino. Inmortales y perfectos. Salvador Macip, p. 66 y 73, 75-77, 107 y 112); ilustración p. 20 (Ed. Editex. Ciencias para el mundo contemporáneo); texto p. 22 (El Público).

Acto seguido, el tema se introduce en la ingeniería genética, la biotecnología y los transgénicos. Habrá que entender que, en este apartado, estamos hablando de la manipulación de genes y no de genoma; bien porque se introduce un gen nuevo en un organismo, o bien porque se elimina algún gen, o se modifica alguno de los que tienen los organismos en su genoma. Como en otros temas, se abre un apartado para estudiar las CTS (las relaciones ciencia-técnica-sociedad); así, se analiza la extensión de los cultivos transgénicos, la polémica relacionada con ellos, como la obtención de animales transgénicos. Estos últimos despiertan el interés que resulta del que sean eso: animales y su proximidad a los organismos humanos.

El tema continúa con la manipulación de núcleos celulares enteros, es decir, las transferencias de aquellas partes de la célula donde se encuentra toda la información. Aquí se hace necesario nuevamente recordar el principio de la teoría celular “toda célula procede de la división de una célula preexistente” y que admite otra formulación “todas las células de un organismo pluricelular proceden de una única célula: el cigoto”. En la clonación se trataría de obtener un cigoto con la información que nosotros incorporamos, porque hemos manipulado su núcleo entero, introduciéndole el núcleo que nosotros queremos. Las técnicas de clonación y sus posibilidades aparecen descritas en el texto.

Qué son las células madre, sus tipos y cómo obtenerlas es lo que se trata a continuación. No hará falta obviar el debate social que hay sobre el origen de las células embrionarias y células totipotentes, y el interés de la ciencia por encontrar fuentes de células madre que no sean socialmente polémicas. Un cuadro resume el estado actual de las terapias celulares por considerar que en el uso de estas terapias nos falta un recorrido importante. (Nota: como una de las fuentes de células madre sería el excedente de embriones congelados que resultan del excedente de las fecundaciones in vitro,

habrá que hacer un esbozo de esta técnica, pero que se verá con más detalles y por las razones que se alegan, en el tema siguiente).

En la mayoría de actividades propuestas se pretende desarrollar la obtención de información a partir del texto y comentar aspectos polémicos del mismo, lo que supone una reflexión y valoración sobre el contenido del texto.

COMENTARIOS AL APARTADO 4

FUENTE: Texto elaborado por el autor a partir de las normativas legales citadas.

Un tratamiento sobre bioética se hace necesario, pero habrá que hacer un poco de historia para saber que ésta tiene un origen laico, como respuesta de rechazo a las terribles actividades experimentales realizadas con seres humanos por los nazis y que llevó a establecer el Código de Nuremberg, de cuyo despliegue se deriva todo el actual desarrollo de la bioética, con su corpus legislativo, sus comités operativos, etc.

En la actividad que se propone se desarrollan las competencias lectoras de comprensión general y de reflexión y valoración sobre el contenido del texto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOULD, S. J. (1997). *La falsa idea del hombre*. Ed. Revisada y ampliada. Barcelona: Crítica.

LALUEZA, (2001). *Races, racisme i diversitat*. Universitat de Valencia i Bromera, Alzira.

LEWONTIN, R. (1984). *La diversidad humana*. Barcelona: Prensa científica.

LEWONTIN, R. C., ROSE, S., KAMIS, L. J. (1996). *No está en los genes*. Barcelona: Grijalbo.