

**MASTER: PROFESOR DE EDUCACIÓN
SECUNDARIA OBLIGATORIA Y
BACHILLERATO, FORMACIÓN
PROFESIONAL Y ENSEÑANZA DE IDIOMAS**



Universidad de Valladolid

**ESPECIALIDAD: BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA
UNIDAD DIDÁCTICA: LA GENÉTICA
MOLECULAR O QUÍMICA DE LA HERENCIA
EN 2º DE BACHILLERATO**

Autor: Noelia Boto Ruipérez

Tutor: José Miguel Ferreras Rodríguez

Curso 2017/2018

RESUMEN

El presente Trabajo Fin de Máster posee como fin último el diseño y desarrollo de la unidad didáctica “La genética molecular o química de la herencia”, dirigida a alumnos matriculados en la asignatura de Biología relativa al segundo curso de Bachillerato.

En la unidad mencionada se aborda el concepto de ADN haciendo hincapié en su estructura, composición e importancia biológica y se describe en detalle el denominado dogma central de la biología molecular, por el cual se conoce que la información genética contenida en el ADN experimenta 2 procesos clave: la replicación y la expresión genética, subdividiéndose esta última a su vez en otros dos procesos conocidos con el nombre de transcripción y traducción. Finalmente se introduce el concepto de mutación y su relación con el desarrollo de enfermedades y el proceso vital de la evolución.

Para su impartición, se diseñan metodologías activas, participativas y personalizadas ante las necesidades de los estudiantes, que buscan la consecución de un aprendizaje significativo y el desarrollo de una serie de competencias clave por parte del alumnado, fomentando la motivación por los temas planteados y la investigación científica, la afectividad entre los integrantes del grupo mediante el trabajo cooperativo, así como el trabajo de conocimientos previos y la educación en valores. En base a ello, se plantean una serie de actividades que permitirán desarrollar una evaluación continua de cada alumno de forma que se determine si se superan o no los objetivos de aprendizaje planteados.

Palabras clave:

Genética, herencia, ADN, gen, información genética, genética molecular, química de la herencia, dogma de la biología molecular, replicación, expresión genética, transcripción, traducción, mutación, aprendizaje significativo, conocimientos previos.

ÍNDICE

1. Introducción	4
2. Objetivos del trabajo fin de máster	6
3. Marco teórico	7
4. Marco legislativo.....	8
5. La enseñanza-aprendizaje de la genética molecular o química de la herencia	9
6. Diseño y desarrollo de la unidad didáctica.....	12
6.1. Introducción	12
Descripción y justificación de la unidad	12
Contextualización.....	13
6.2. Objetivos de aprendizaje	15
6.3. Competencias clave.....	17
6.4. Contenidos.....	18
Contenidos previos	18
Contenidos básicos	19
Contenidos de ampliación	21
Contenidos de refuerzo.....	21
6.5. Metodología	21
6.6. Actividades de enseñanza-aprendizaje.....	24
6.7. Temporalización.....	49
6.8. Recursos educativos	52
6.9. Atención a la diversidad	52
6.10. Evaluación	53
7. Conclusiones	55
8. Referencias bibliográficas	56
9. Anexos.....	58

1. INTRODUCCIÓN

El documento que se expone a continuación muestra una propuesta didáctica en relación a los contenidos que abordan la genética molecular o química de la herencia, orientada a su impartición en la asignatura de Biología durante el segundo curso de Bachillerato.

Dicha propuesta ha sido diseñada en base al análisis de diversos artículos científicos que muestran la actitud de los estudiantes ante los temas en relación a la genética y la herencia, así como las principales causas de que los alumnos de centros de Educación Secundaria experimenten un aprendizaje poco significativo en relación a esta temática, con miras a la búsqueda de cambios en la metodología general empleada para su impartición y con ello, a la consecución de un aprendizaje de mayor calidad por parte del conjunto de estudiantes.

La genética es uno de los apartados de la biología más difíciles de entender por parte del alumnado y de los que reúnen mayor dificultad conceptual. Para los estudiantes, muchos de los aspectos estudiados en estos temas son confusos, lo que les lleva a desarrollar concepciones erróneas tales como que no todos los seres vivos están formados por células; que no todos los seres vivos tienen genes y cromosomas; que algunos organismos pueden tener cromosomas, pero no genes; que la información hereditaria sólo se encuentra en las células sexuales; que cada célula posee solo la información genética necesaria para su propia función; que los cromosomas sexuales sólo se encuentran en los gametos; o que los factores ambientales tienen más influencia en la aparición de caracteres que los hereditarios. Además, muchos alumnos no comprenden la meiosis como proceso fundamental para la formación de gametos, no identifican correctamente la estructura y la función de los cromosomas, no relacionan la estructura del material hereditario: genes, cromosomas y ADN, o no vinculan el material hereditario con la síntesis de proteínas y con la expresión de la información genética (Íñiguez y Puigserver, 2013).

Este hecho queda refutado por Banet y Ayuso quienes afirman que muchos trabajos de investigación han puesto de manifiesto que los estudiantes atribuyen significados erróneos a conceptos básicos como cromosomas, genes, alelos o mutaciones; no alcanzan a comprender el significado de procesos importantes, como la meiosis, ni el papel que juega el azar en la transmisión de los caracteres hereditarios; interpretan, de manera equivocada, dominancia y recesividad; sitúan los dos alelos para un carácter en el mismo cromosoma, etc. (Banet y Ayuso, 1995).

Sin embargo, cabe mencionar el efecto positivo que genera la impartición de esta temática en los estudiantes a consecuencia de que: “Los temas en relación a la genética y la herencia

pueden llegar a motivar al alumnado en mayor medida, al encontrar éstos fácilmente aplicaciones en la vida real como, por ejemplo, la obtención de alimentos transgénicos o los test genéticos.” (Íñiguez y Puigcerver, 2013).

Entonces, si los alumnos se sienten motivados en líneas generales ante esta temática, ¿por qué el aprendizaje conseguido con su impartición es de peor calidad en relación a otros contenidos?

En base al análisis del currículo oficial de la asignatura de Biología y Geología en cursos previos a 2º de Bachillerato, se plantea como una de las posibles causas de estos aprendizajes de “peor calidad”, la falta de contenidos en relación a temas de genética y herencia durante el primer curso de Bachillerato, lo cual deriva en el olvido o recuerdo erróneo de muchos conceptos por parte de los alumnos, a consecuencia de una falta de repaso de los mismos. Por este motivo, de forma previa al inicio de la impartición de los contenidos correspondientes a la unidad, se plantea como esencial un análisis de los conocimientos previos de los estudiantes con el fin de conseguir una óptima organización e impartición de la misma. En base a dicho análisis, un repaso exhaustivo y una descripción clave de conceptos básicos será a su vez fundamental con el objetivo de que los alumnos comprendan y aprendan de forma adecuada otra serie de aspectos más complejos a tratar.

Siguiendo con el análisis de causas que derivan en aprendizajes poco significativos de contenidos de genética y herencia, otro aspecto que puede derivar en aprendizajes de “peor calidad” por parte de los estudiantes podría asociarse con la selección y secuenciación de los contenidos empleada generalmente por los docentes cuando introducen a los alumnos en esta temática.

El núcleo central de la genética suelen ser las leyes de Mendel y la mayoría de docentes opta por iniciar los estudios de genética con sus conocidas leyes. En muchas ocasiones, se presentan los trabajos de Mendel como primer hito de la historia de la genética, generando una perspectiva histórica equivocada a sus resultados atribuyéndole interpretaciones que, en realidad, fueron posteriores a él (Banet y Ayuso, 1995).

En contraste con la posición privilegiada que poseen las leyes de Mendel en la mayoría de las programaciones docentes, la genética humana no corre la misma suerte, desarrollándose como aplicación o apéndice del tema, lo que genera grandes dificultades y bloqueos en los estudiantes al no acabar de encontrar una verdadera utilidad en el estudio de la genética.

En tercer lugar, otra posible causa de la falta de calidad en el aprendizaje desarrollado por los estudiantes en relación a esta temática se puede relacionar con la complejidad que posee el

estudio de la genética y la herencia a consecuencia de la naturaleza de sus conceptos y la necesidad de aplicarlos a estrategias de aprendizaje complejas en sí mismas, como la resolución de problemas (Banet y Ayuso, 1995). Según Walker y colaboradores: “La capacidad para resolver problemas depende del nivel cognitivo de los alumnos” (Banet y Ayuso, 1995). Por otro lado, Mitchell y Laeson defienden que: “Los estudiantes con escasa habilidad para usar elementos de un razonamiento científico hipotético-deductivo difícilmente podrán resolverlos sin que ésta sea una relación causa-efecto” (Banet y Ayuso, 1995). Además Stewart y colaboradores afirman que: “La resolución con éxito de problemas de genética no implica que se entiendan los conceptos que suponemos que están siendo aplicados” (Banet y Ayuso, 1995).

Finalmente, cabe destacar a su vez como posible causa de aprendizajes poco significativos en el ámbito de la genética, el modelo metodológico empleado generalmente en la impartición de las clases. A consecuencia de la estructuración de la mayor parte de los materiales publicados por las editoriales, los profesores de biología actuales emplean un modelo tradicional basado en la impartición de conocimientos sin considerar esquemas conceptuales previos de los alumnos y sin buscar la participación activa de los mismos, transmitiendo contenidos principalmente conceptuales sin profundizar en aspectos procedimentales o actitudinales (Íñiguez y Puigcerver, 2013).

2. OBJETIVOS DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

Según lo descrito anteriormente, se plantean como objetivos del presente Trabajo Fin de Máster:

- Diseñar una unidad didáctica innovadora que busque acabar con los problemas de aprendizaje en relación a los temas de genética experimentados por los alumnos hasta el momento.
- Conseguir que los alumnos que reciban la impartición de la unidad didáctica diseñada en este trabajo desarrollen un aprendizaje significativo en relación a los contenidos tratados.
- Realizar un repaso exhaustivo de los conocimientos previos de los alumnos relativo a la temática planteada.
- Cambiar la secuenciación tradicional de los contenidos relativos a temas de genética y herencia en el diseño de la unidad didáctica.
- Buscar una mejora en el nivel cognitivo de los alumnos mediante el planteamiento de tareas complicadas que requieran de reflexión y análisis en la unidad didáctica diseñada.

- Modificar el modelo metodológico empleado de forma general en la impartición de contenidos relativos a la genética y la herencia, buscando una mayor participación del alumnado en el aprendizaje y una construcción de nuevos conocimientos a partir de conceptos o ideas previas.

3. MARCO TEÓRICO

Se entiende por unidad didáctica: “Toda unidad de trabajo de duración variable, que organiza un conjunto de actividades de enseñanza y aprendizaje y que responde, en su máximo nivel de concreción, a todos los elementos del currículo: qué, cómo y cuándo enseñar y evaluar” (Díez, 2018).

Además, tal y como afirma Sanmartí: “Diseñar una unidad didáctica, es decir, decidir qué se va a enseñar y cómo, es la actividad más importante que llevan a cabo los enseñantes, ya que a través de ella se concretan sus ideas y sus intenciones educativas” (Perales y Cañal, 2000).

De esta forma, se considera el desarrollo de unidades didácticas como un elemento inmejorable para preparar un conjunto de clases basadas en un enfoque constructivista, dentro del marco de un conocimiento pedagógico del contenido que impacte sobre el aprendizaje de la ciencia (García y Garritz, 2006).

La RESOLUCIÓN de 7 de abril de 2015, de la Viceconsejería de Función Pública y Modernización establece que: “En la elaboración de las unidades didácticas deberán concretarse los objetivos de aprendizaje que se persiguen con ella, sus contenidos, las actividades de enseñanza y aprendizaje que se van a plantear en el aula y sus procedimientos de evaluación”. A su vez, Díez (2018) afirma que en cada una de ellas se deben precisar los objetivos y contenidos, las actividades de enseñanza y aprendizaje y evaluación, los recursos materiales y la organización del espacio y el tiempo, así como todas aquellas decisiones encaminadas a ofrecer una más adecuada atención a la diversidad del alumnado.

En base a lo anterior se consideran los siguientes elementos para la conformación de la unidad didáctica desarrollada en el presente trabajo:

- **Título:** Elemento esencial para identificar la temática de la unidad y proporcionar una idea general de los contenidos que aborda.
- **Introducción:** En ella se establece una breve descripción de la unidad didáctica, una justificación de su importancia en base a los conocimientos previos de los alumnos en relación a la temática tratada y la contextualización de la misma describiendo el curso

académico para el cuál se ha desarrollado, la edad de los estudiantes y las características particulares de los mismos.

- **Objetivos de aprendizaje:** Plantean los logros que el conjunto de estudiantes debe alcanzar al finalizar la impartición de la unidad didáctica, como resultado de las experiencias de enseñanza-aprendizaje intencionalmente planificadas a tal fin.
- **Competencias clave:** En el presente apartado se citan y describen brevemente las competencias clave trabajadas mediante la impartición de la unidad didáctica diseñada.
- **Contenidos:** Hace referencia al conjunto de conocimientos, destrezas, habilidades, actitudes y valores destinados a la consecución de los objetivos marcados y a la adquisición de una serie de competencias clave.
- **Metodología:** Se corresponde con el conjunto de estrategias, procedimientos y acciones descritas, organizadas y planificadas de manera consciente y crítica por parte del profesorado con el fin de lograr el aprendizaje del alumno mediante la consecución de los objetivos planteados, la impartición de los contenidos marcados y el desarrollo de las competencias clave.
- **Actividades de enseñanza-aprendizaje:** En el presente apartado se establece y describe la secuencia de actividades diseñada con el fin de impartir los contenidos adecuados y alcanzar los objetivos marcados previamente.
- **Temporalización:** Consiste en la organización de la unidad didáctica en el espacio y en el tiempo.
- **Recursos educativos:** Se plantean los recursos tanto materiales como humanos necesarios para la puesta en práctica de la unidad didáctica planteada.
- **Atención a la diversidad:** En este apartado se describe el conjunto de adaptaciones planteadas para abordar las necesidades educativas especiales que presenten algunos de los estudiantes que integran el grupo.
- **Evaluación:** Se trata de valorar si los alumnos han alcanzado los objetivos marcados en la unidad didáctica mediante el establecimiento de una serie de criterios, procedimientos e instrumentos de evaluación que permitan.

4. MARCO LEGISLATIVO

El diseño de determinados elementos que componen la unidad didáctica planteada en el presente trabajo tales como los objetivos, contenidos y criterios de evaluación, se ha basado en la consulta y recopilación de información establecida en diferentes documentos legislativos

oficiales y vigentes en la actualidad, tanto a nivel estatal como a nivel autonómico. Un listado de cada uno de los escritos consultados se establece a continuación:

Nivel estatal

- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa.
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

Nivel autonómico

- RESOLUCIÓN de 7 de abril de 2015, de la Viceconsejería de Función Pública y Modernización, por la que se convocan procedimientos selectivos de ingreso y acceso a los cuerpos de profesores de enseñanza secundaria, profesores técnicos de formación profesional, profesores de escuelas oficiales de idiomas, profesores de música y artes escénicas y profesores de artes plásticas y diseño, así como procedimiento para la adquisición de nuevas especialidades por los funcionarios de los mencionados cuerpos.
- ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.
- ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León.

5. LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA GENÉTICA MOLECULAR O QUÍMICA DE LA HERENCIA

Según nuestro sistema educativo actual, el estudio de aspectos en relación a dónde reside y cómo se transmite la información genética se inicia con la asignatura de Biología y Geología en el 4º curso de Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO), momento en el que se supone que los estudiantes han desarrollado la capacidad de razonamiento necesario y poseen los conocimientos suficientes para comprender conceptos en relación a estos aspectos.

Durante el primer curso de Bachillerato, los contenidos de la asignatura de Biología y Geología acordes a la citada temática prácticamente no se abordan, tratando únicamente el

concepto de ADN como ejemplo básico al estudiar las biomoléculas de los ácidos nucleicos y repasando el concepto de meiosis, ya introducido a los alumnos durante el último curso de la ESO.

Durante el segundo curso de Bachillerato, dentro de la asignatura de Biología, se volverán a abordar conocimientos en relación a la genética molecular o química de la herencia, estableciéndose en el currículo oficial un bloque completo de contenidos sobre genética y evolución, a través de cuya impartición se repasa y profundiza en todos los aspectos ya tratados durante el cuarto curso de la ESO.

La falta contenidos en el currículo oficial en relación a temas de genética y herencia durante el primer curso de Bachillerato, hace que los alumnos olviden muchos conceptos de forma que un repaso exhaustivo y una descripción clave de los aspectos básicos será a su vez fundamental al inicio de la unidad didáctica. Durante la realización del mencionado repaso es necesario tener en cuenta que antes de profundizar en el estudio de la herencia biológica. “Los alumnos deben conocer las relaciones entre la información hereditaria y la estructura y funciones celulares, lo que supone comprender, entre otros aspectos, que todos los seres vivos están formados por células, y que éstas contienen idéntica información hereditaria” (Banet y Ayuso, 1995).

Además, se hace necesario valorar que es posible que a estos niveles aún persistan nociones equivocadas sobre las cuales es necesario trabajar como el desconocimiento de la presencia de cromosomas o genes en las células vegetales.

Por otro lado, tal y como se ha mencionado anteriormente, la selección y secuenciación de los contenidos en relación a la temática de la genética y la herencia no es la más adecuada al iniciar generalmente el estudio de este tema con las leyes mendelianas y finalizar por la genética humana. Por este motivo, aunque es clara la contribución de los contenidos en relación a los estudios y las leyes de Mendel en el aprendizaje de los mecanismos hereditarios, se plantea iniciar el estudio de la genética y la herencia con una unidad didáctica que aborde en primera instancia la biología molecular, ya que una base de los procesos bioquímicos que se producen en los procesos de replicación y expresión genética se plantean como fundamental para el entendimiento posterior de aspectos en relación a la herencia humana y vegetal. Una vez impartida la unidad didáctica en relación a la biología molecular o química de la herencia, se plantearía el desarrollo de una nueva unidad en relación a la herencia de los caracteres humanos, ya que, su estudio previo solucionaría algunas de las dificultades que los alumnos presentan ante el conocimiento de la genética mendeliana en

vegetales, al aproximar contenidos difíciles de comprender por los alumnos a un ámbito experiencial más próximo a ellos y conferir cierta utilidad a los aprendizajes. Para finalizar con el estudio de la genética se plantearía con una tercera unidad didáctica en la que se trate la genética mendeliana de forma que los alumnos se encuentren ya capacitados para interpretar los resultados de estas experiencias de forma adecuada (Banet y Ayuso, 1995).

El tercer aspecto planteado como causante de un aprendizaje menos significativo sobre estos conceptos por parte de los estudiantes se relaciona con la complejidad que presentan debido, fundamentalmente, a la resolución de problemas que conllevan. Así Slack y Stewart afirman que: “Muchas de las dificultades que tienen los estudiantes para resolver, significativamente, problemas de genética derivan de no conocer o no entender la naturaleza del proceso de la meiosis” (Banet y Ayuso, 1995). De esta forma se plantea como esencial repasar este concepto además de plantear tareas de cierta dificultad de resolución en la clase con el fin de mejorar la capacidad cognitiva de los estudiantes y prepararlos para el desarrollo posterior de problemas.

Finalmente, tal y como se menciona en la introducción del presente documento, la última de las causas asociadas a los problemas de aprendizaje de los alumnos en relación a la genética y la herencia recae en el modelo metodológico tradicional empleado generalmente por los docentes en las clases. Analizando esta clase de metodología, se considera que su empleo como estrategia docente no cumple con las exigencias del currículo establecido, basado en que los alumnos adquieran no sólo conocimientos, sino también una serie de competencias clave que les permitan aplicar lo estudiado en clase a la vida cotidiana. De esta forma, se plantea para la impartición de la unidad didáctica desarrollada en el presente documento el uso de un modelo metodológico constructivista, que permita abordar los contenidos haciendo al alumno activo, permitiendo el debate de ideas y opiniones y estudiando el conjunto de concepciones previas en relación a los aspectos a tratar, con el fin de solventar posibles errores conceptuales.

Una comparación de ambos modelos queda plasmada en la Tabla 1:

Tabla 1. Comparación de modelo metodológico tradicional y constructivista (Banet y Ayuso, 1995).

Modelo tradicional	Modelo constructivista
<ol style="list-style-type: none"> 1. Los puntos de vista de los estudiantes no son tomados en cuenta y por lo tanto no hay actividades de detección de sus ideas alternativas. 2. El libro de texto es el principal material de apoyo curricular, siendo el profesor el actor fundamenta. 3. En general, los problemas de genética tienden a ser de tipo causa-efecto, conociéndose el patrón hereditario. 4. Algunos de los organismos utilizados en los problemas son desconocidos por los estudiantes. 5. Los programas de enseñanza suelen comenzar por el estudio de los experimentos y leyes de Mendel. 6. No se hace suficiente énfasis en la estructura y localización de material hereditario. 7. O bien no se estudia la meiosis, o bien no se relaciona con los problemas de genética y los procesos de transmisión de la información hereditaria. 8. La genética humana no es un tema central, sino que se propone como un aspecto adicional o de ampliación. 9. Cuando se plantean problemas relativos a la genética humana, éstos son diferentes a los descritos previamente en las leyes de Mendel. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Exploración de ideas de los alumnos y posterior exposición y discusión en el aula. 2. Propuesta, por parte del profesor, de actividades que pueden crear conflictos cognitivos y generar desacuerdo y descontento con las ideas expresadas por los estudiantes. 3. Uso de modelos tridimensionales de células eucariotas, de la molécula de ADN, de la estructura de los cromosomas, de la mitosis y la meiosis. 4. Uso de ejemplos y referencias que sean significativas para los estudiantes, especialmente en lo que se refiere a la genética humana. 5. Presentación de estudios de Mendel una vez que los estudiantes tienen el conocimiento suficiente acerca de los procesos hereditarios. 6. Estudio de la mitosis y, especialmente, la meiosis como dos procesos integrados en la transmisión de la información hereditaria. 7. Integración de la resolución de problemas en el contexto educativo de la enseñanza de la genética, relacionándolo con la meiosis y planteándolo como proceso de investigación. 8. Planteamientos didácticos que tengan en cuenta aspectos actitudinales, especialmente en asuntos relacionados con los tests genéticos o las aplicaciones de la biotecnología.

6. DISEÑO Y DESARROLLO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

6.1. Introducción

Descripción y justificación de la unidad

La unidad didáctica que se presenta a continuación inicia el estudio dedicado a la genética molecular correspondiente al segundo curso de Bachillerato, abordando asuntos en relación al estudio del material genético y la descripción de los procesos que tienen lugar en el mismo, los cuales constituyen la base molecular de la herencia.

Para ello, se describirán en primer lugar las investigaciones que llevaron a la identificación del ADN como molécula portadora de información genética que determina las características biológicas de los seres vivos y las diferencias en relación a la organización del material genético en células procariotas y eucariotas. Posteriormente se profundiza en el proceso de

replicación del ADN como paso previo para la reproducción celular, describiendo las etapas de las que consta, las enzimas implicadas y el mecanismo posterior de corrección de errores. A continuación, se plantea una descripción exhaustiva del modo en que las células ejecutan las órdenes contenidas en su ADN, es decir, la expresión genética que comprende los mecanismos de transcripción y traducción tanto en células eucariotas como en procariotas. La unidad continua destacando la importancia para los seres vivos del proceso de regulación de la expresión genética y se describe el mecanismo tanto en células procariotas como eucariotas. Finalmente, concluye la unidad con una descripción de los tipos de mutaciones y agentes mutagénicos y su vinculación con las enfermedades y la evolución.

Hoy en día, la genética se trata de una disciplina de estudio esencial para los jóvenes a consecuencia de la gran proyección futura de la que dispone. Existen innumerables aplicaciones vinculadas al conjunto de conocimientos que trata la genética, las cuales, en un futuro, llevarán a la resolución de problemas de enorme complejidad, tales como el tratamiento de enfermedades o el conocimiento más profundo de las mismas. Además, el conocimiento del genoma ha permitido dar solución a muchos desafíos del ser humano tales como la modificación genética de diversos cultivos, haciéndolos más resistentes ante plagas o potenciando algunas de sus características, circunstancia que sin lugar a dudas despierta un amplio debate ético.

Por otro lado, la importancia de la genética también recae en su amplia relación con la teoría evolutiva. Las variaciones dentro de las especies son consecuencia de mutaciones producidas en el ADN característico de cada gen, lo cual permite que surjan modificaciones tanto positivas como negativas en las especies que deriven en una mejor o peor adaptación de las mismas al ambiente y con ello a desaparecer o perdurar en el tiempo. El hecho de que los jóvenes de hoy en día conozcan y comprendan el papel de la genética en la herencia y la evolución se plantea como fundamental para que puedan dar respuestas razonadas a preguntas en relación al futuro de las especies, en base a lo ocurrido en el pasado.

Contextualización

La unidad didáctica “La genética molecular o química de la herencia” se plantea para su impartición en la asignatura de Biología correspondiente al segundo curso de Bachillerato y en un total de 14 sesiones durante el periodo del segundo trimestre lectivo.

- La localidad

La mencionada unidad ha sido diseñada para su impartición en el Instituto de Educación Secundaria María Moliner, localizado en la localidad vallisoletana de Laguna de Duero.

Laguna de Duero se trata de la segunda localidad más poblada de la provincia de Valladolid, precedida únicamente por la capital. La población asciende a un total de 22691 habitantes (Instituto Nacional de Estadística, 2018). La mayor parte de los habitantes se dedican principalmente a la actividad económica del sector industrial, desarrollada en Valladolid capital. En lo que respecta al entorno natural, en la localidad destacan la laguna que da nombre al pueblo por su rica vida vegetal y animal, así como los bosques de pinos que la rodean y la acequia, construida en 1904 para abastecer de agua a las tierras colindantes.

- **El centro**

En lo que respecta al propio centro de estudio, el I.E.S. María Moliner se trata de un centro de titularidad pública, dependiente de la Junta de Castilla y León, que comenzó a funcionar en el curso escolar 1998-1999 y en cuya oferta educativa encontramos el primer y segundo ciclo de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y un grado medio de Formación Profesional en Instalaciones eléctricas y automáticas.

El centro ocupa un edificio creado en 1998 como consecuencia directa del espectacular crecimiento demográfico de la localidad de Laguna de Duero, que anteriormente contaba con un único centro de Educación Secundaria, el I.E.S. Las Salinas. Además de las aulas ordinarias donde se imparte clase, el centro está dotado de un gran patio exterior, un gimnasio cubierto, laboratorio de biología, laboratorio de física y química, sala de tecnología con ordenadores, aula de plástica dispuesta de mesas especializadas de dibujo, aula de música con diversos instrumentos, salas de informática con ordenadores y una espaciosa biblioteca dispuesta de cientos de libros correspondientes a todo tipo de temáticas.

- **El aula**

Los alumnos del centro se pueden considerar en su mayoría sociedad de clase media-alta y el promedio de los alumnos por clase es de 25 personas.

El grupo de 2º de Bachillerato para el cual está diseñada la presente unidad didáctica consta de un total de 21 alumnos, mostrando una diversidad de estudiantes muy reducida. Se trata de un grupo de jóvenes de muy buen comportamiento, con amplio interés por aprender, seguir las clases y obtener buenos resultados académicos. El clima del aula es inmejorable existiendo excelentes relaciones entre los estudiantes tanto en aspectos académicos como lúdicos.

El conjunto del alumnado responde a un perfil similar de adolescente y sin graves dificultades para el estudio. Cabe destacar la presencia de un alumno implicado con el deporte de manera profesional, lo que le hace tener menos tiempo para dedicar al estudio e incluso faltar a algunas clases. El estudiante muestra interés por no perderse pidiendo apuntes a sus

compañeros y solicitando repetir el examen otro día si este se realiza en un momento en el que no puede acudir a clase. A pesar de ello, la falta de tiempo hace que no llegue, en muchas ocasiones, a alcanzar los resultados mínimos exigidos en la asignatura.

6.2. Objetivos de aprendizaje

Al plantearse la utilización de un modelo metodológico constructivista para la impartición de la presente unidad didáctica, se establecen unos objetivos de aprendizaje iniciales, a conseguir de forma previa al desarrollo de la unidad y en base a un conjunto general de esquemas conceptuales previos que los alumnos han adquirido en cursos anteriores en relación al estudio de la genética. De esta forma, se busca conseguir eliminar errores conceptuales en los alumnos, estableciendo una base sólida y adecuada para el estudio posterior de conceptos más complejos.

En la Tabla 2 se muestran los errores conceptuales más comunes que los alumnos de este nivel académico poseen en relación a la genética y los objetivos de aprendizaje iniciados establecidos.

Tabla 2. Errores conceptuales comunes y objetivos de aprendizaje iniciales de la unidad.

Errores conceptuales comunes	Objetivos de aprendizaje iniciales
<ul style="list-style-type: none"> • No todos los seres vivos están formados por células. • No todos los seres vivos tienen genes y cromosomas. • Algunos organismos pueden tener cromosomas, pero no genes. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprender que todos los seres vivos están formados por células y que todos los seres vivos tienen genes y cromosomas.
<ul style="list-style-type: none"> • Cada célula posee la información genética necesaria para su propia función. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Comprender que todas las células de un mismo organismo contienen idéntica información hereditaria con independencia de las funciones que desempeñen (relación de la mitosis con la transmisión de información hereditaria idéntica de célula a célula).
<ul style="list-style-type: none"> • Diferentes individuos de una misma especie poseen un número distinto de cromosomas. • Todos los óvulos procedentes de un mismo individuo portan la misma información genética. • Todos los espermatozoides procedentes de un mismo individuo portan la misma información genética. • La información hereditaria sólo se encuentra en las células sexuales. • Los cromosomas sexuales sólo se encuentran en los gametos. • Los factores ambientales tienen más influencia en la aparición de caracteres que los hereditarios. 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Estudiar el significado de meiosis en cuanto a la constancia cromosómica de las especies y como proceso fundamental para la formación de gametos. 4. Destacar la diversidad de información hereditaria que llevan óvulos y espermatozoides para comprender los mecanismos de la evolución (diferencias entre hermanos). 5. Comprender que la información hereditaria no sólo se encuentra en las células sexuales. 6. Entender que los cromosomas sexuales no sólo se encuentran en los gametos. 7. Vincular material hereditario con síntesis de proteínas y expresión de la información genética. 8. Comparar la influencia de los factores ambientales y hereditarios en la aparición de caracteres.

Además, se establecen una serie de objetivos de aprendizaje relacionados con el desarrollo de la propia unidad didáctica, los cuales quedan establecidos a continuación:

1. Comprender el funcionamiento del material genético.
2. Enumerar los hitos principales en el descubrimiento del ADN como molécula portadora de la información genética.
3. Conocer las diferencias existentes en la organización del material genético entre procariotas y eucariotas.
4. Comprender el concepto de gen.
5. Comprender la importancia del experimento de Meselson y Stahl en la demostración de la hipótesis de la replicación semiconservativa.
6. Describir las diferentes etapas del proceso de replicación.
7. Explicar el papel de las enzimas que intervienen en la replicación.
8. Valorar la necesidad de corregir los errores producidos durante la replicación y conocer la forma en que esta acción se lleva a cabo.
9. Señalar las diferencias existentes en la replicación entre células procariotas y eucariotas.
10. Describir en qué consiste la expresión del mensaje genético a partir del dogma de la biología molecular.
11. Explicar el proceso de la transcripción y señalar las diferencias que presenta en las células procariotas y eucariotas.
12. Definir el concepto de código genético y comentar sus características.
13. Describir el proceso de traducción en las células procariotas.
14. Valorar la relación existente entre la secuencia de bases nitrogenadas del ARNm y la secuencia de aminoácidos de la proteína codificada.
15. Comprender el papel que cada tipo de ARN desempeña en la biosíntesis de proteínas.
16. Enumerar las peculiaridades del proceso de traducción en las células eucariotas.
17. Valorar la necesidad de la regulación de la expresión genética.
18. Describir el modelo del operón.
19. Explicar los mecanismos de regulación de la expresión genética en eucariotas.
20. Definir el concepto de mutación distinguiendo los principales tipos y agentes mutagénicos.
21. Contrastar la relación entre mutación y cáncer.
22. Reconocer la importancia de la mutación para la evolución.
23. Aprender a desarrollar actividades y tareas similares a las propuestas en pruebas de acceso a la Universidad.

6.3. Competencias clave

Mediante la impartición de la unidad, el docente buscará que los alumnos adquieran conceptos teóricos a la vez que desarrollan una serie de competencias relacionadas con conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que les ayudarán a madurar y a conseguir una inserción social y laboral adecuada.

Las competencias mencionadas y sus correspondientes definiciones se corresponden con las siguientes (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2018):

- **Comunicación lingüística (CCL):** Resultado de la acción comunicativa dentro de prácticas sociales determinadas, en las cuales el individuo actúa con otros interlocutores y a través de textos en múltiples modalidades, formatos y soportes.
- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT):**
 - La **competencia matemática** implica la capacidad de aplicar el razonamiento matemático y sus herramientas para describir, interpretar y predecir distintos fenómenos en su contexto.
 - Las **competencias básicas en ciencia y tecnología** son aquellas que proporcionan un acercamiento al mundo físico y a la interacción responsable con él desde acciones, tanto individuales como colectivas, orientadas a la conservación y mejora del medio natural, decisivas para la protección y mantenimiento de la calidad de vida y el progreso de los pueblos.
- **Competencia digital (CD):** es aquella que implica el uso creativo, crítico y seguro de las tecnologías de la información y la comunicación para alcanzar los objetivos relacionados con el trabajo, la empleabilidad, el aprendizaje, el uso del tiempo libre, la inclusión y participación en la sociedad.
- **Competencia para aprender a aprender (CPAA):** Supone la habilidad para iniciar, organizar y persistir en el aprendizaje. Fundamental para el aprendizaje permanente que se produce a lo largo de la vida y que tiene lugar en distintos contextos formales, no formales e informales.
- **Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE):** Relacionada con la capacidad de transformar las ideas en actos.
- **Conciencia y expresiones culturales (CEC):** Implica conocer, comprender, apreciar y valorar con espíritu crítico, con una actitud abierta y respetuosa, las diferentes manifestaciones culturales y artísticas, utilizarlas como fuente de enriquecimiento y disfrute personal y considerarlas como parte de la riqueza y patrimonio de los pueblos.

- **Competencias sociales y cívicas (CSC):** Conllevan la habilidad y capacidad para utilizar los conocimientos y actitudes sobre la sociedad, entendida desde las diferentes perspectivas, en su concepción dinámica, cambiante y compleja, para interpretar fenómenos y problemas sociales.

6.4. Contenidos

Los contenidos que se tratan en la presente unidad didáctica se caracterizan por ser de 4 tipos diferentes: Contenidos previos, contenidos básicos, contenidos de ampliación y contenidos de refuerzo.

Contenidos previos

Se relacionan con los conocimientos previos que es necesario que los alumnos posean en relación a la temática que se va a explicar posteriormente. En muchas ocasiones, durante cursos académicos anteriores o unidades didácticas previas, los alumnos han adquirido unas ideas previas erróneas que deben ser tenidas en cuenta antes de comenzar a explicar contenidos más complejos, de forma que los estudiantes reconozcan que aquello que ellos pensaban no es del todo correcto y, a partir de ello, comiencen a construir de forma significativa un nuevo aprendizaje. Para el repaso de estos contenidos, se plantea una serie de objetivos de aprendizaje iniciales (apartado anterior) que los alumnos deberán alcanzar antes de comenzar con la impartición en profundidad de la unidad, mediante el desarrollo de un conjunto de actividades basadas en los contenidos previos que han sido impartidos a los alumnos en cursos académicos.

Los contenidos previos a tener en cuenta para la impartición de la unidad didáctica “Genética molecular o química de la herencia” en alumnos de 2º de Bachillerato, se corresponden con el conjunto de contenidos en relación a la citada temática tratados durante el 4º curso de la ESO, contenidos en relación al ciclo celular, la mitosis y la meiosis impartidos en 1º de Bachillerato, y contenidos sobre mitosis, meiosis y constitución química del ADN y del ARN estudiados en unidades didácticas anteriores del propio curso de 2º de Bachillerato.

En la Tabla 3 aparece un resumen de los contenidos previos en relación a la genética molecular y la herencia tratados en el 4º curso de la ESO. Además se añaden contenidos previos relativos a 1º y 2º de Bachillerato que no se imparten en la unidad didáctica propia de genética, pero cuya comprensión previa es esencial para conseguir un aprendizaje significativo de la misma.

Tabla 3. Contenidos previos en relación a la genética y química de la herencia establecidos para 4º de la ESO, 1º y 2º de Bachillerato (ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo y ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo).

Contenidos previos	Descripción de contenidos previos		
	4º ESO	1º Bachillerato	2º Bachillerato
Estructura de la cromatina y de los cromosomas.	Comparación de la estructura de los cromosomas y de la cromatina.	-	-
El ciclo celular y la división celular. Mitosis y meiosis.	<p>Comprensión en profundidad de cada una de las etapas que componen el ciclo celular.</p> <p>Formulación de los principales procesos que tienen lugar en la mitosis y la meiosis y revisar su significado e importancia biológica.</p>	<p>Reconocimiento de las fases de la mitosis y meiosis argumentando su importancia biológica.</p> <p>Establecimiento de las analogías y diferencias principales entre los procesos de división celular mitótica y meiótica.</p>	<p>Análisis del ciclo celular y diferenciar sus fases.</p> <p>Distinción de los tipos de división celular y desarrollar los acontecimientos que ocurren en cada fase de los mismos.</p> <p>Argumentación de la relación de la meiosis con la reproducción sexual y con variabilidad genética de las especies.</p>
Los ácidos nucleicos y ADN.	Comparación de los tipos y la composición de los ácidos nucleicos, relacionándolos con su función, centrándose en el papel del ADN.		<p>Identificación de los tipos de monómeros que forman los ácidos nucleicos y los enlaces que les unen.</p> <p>Determinación de la composición química y describir la función, localización y ejemplos de los principales ácidos nucleicos.</p>
Proceso de replicación del ADN.	Relación del proceso de replicación del ADN con la conservación de la información genética.	-	-
Expresión de la información genética (transcripción y traducción) y código genético.	Comprensión del método de expresión de la información genética, utilizando el código genético.	-	-
Mutaciones y sus relaciones con la evolución.	Valoración del papel de las mutaciones en la diversidad genética, comprendiendo la relación entre mutación y evolución.	-	-

Contenidos básicos

Dentro de los contenidos básicos encontramos contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

Contenidos conceptuales

Hacen referencia al desarrollo de los conocimientos teóricos propios de la unidad didáctica, los cuales son marcados por la legislación vigente.

La ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo en la que se establece el currículo correspondiente a Bachillerato, incluye un bloque entero de contenidos en relación a la genética y la evolución. En base a dicho bloque se establecen diferentes unidades didácticas correspondiéndose la primera de ellas a la unidad que se describe en el presente documento: “Genética molecular o química de la herencia”.

De esta forma, los contenidos conceptuales a impartir en la presente unidad didáctica se corresponden con:

- Identificación del ADN como portador de la información genética.
- Concepto de gen.
- Replicación del ADN: etapas de la replicación y diferencias entre el proceso replicativo entre eucariotas y procariotas.
- El ARN. Tipos y funciones.
- La expresión de los genes: Transcripción y traducción genéticas en procariotas y eucariotas.
- El código genético en la información genética.
- Las mutaciones: tipos y agentes mutagénicos.
- Las mutaciones y el cáncer.
- Implicaciones de las mutaciones en la evolución y aparición de nuevas especies.

Contenidos procedimentales

Se relacionan con el conjunto de habilidades o destrezas desarrollados por los alumnos a la hora de trabajar la materia tanto dentro como fuera del aula.

Los contenidos procedimentales planteados para la presente unidad didáctica se corresponde con:

- Visualización de videos y animaciones con el fin de obtener información y lograr un mejor aprendizaje.
- Debate sobre temas controvertidos como los beneficios y perjuicios de las mutaciones.
- Realización de prácticas en aula de informática.
- Relación de conceptos en la resolución de ejercicios y actividades.

- Elaboración de trabajos mediante documentación bibliográfica seguida de exposición de conclusiones.
- Trabajo cooperativo e individual en tareas prácticas y teóricas.
- Establecimiento de procedimientos de contraste de hipótesis.

Contenidos actitudinales

Muestran el conjunto de actitudes y valores a enseñar al alumnado de forma transversal a los conocimientos teóricos propios en relación a la unidad didáctica.

Los contenidos actitudinales planteados a tratar con la impartición de la presente unidad didáctica se relacionan con:

- Reconocimiento y valoración de la importancia de los ácidos nucleicos en cuanto a la transmisión de la identidad específica del ser vivo.
- Aprecio de la importancia que han tenido y tienen las investigaciones encaminadas a descifrar el papel del ADN en la vida.
- Valoración de la importancia de hábitos y de las condiciones ambientales como factores causantes de alteraciones en la información genética.

Contenidos de ampliación

Se identifican con aquellos contenidos que exigen más de lo establecido en el currículo oficial, con el fin de adaptar la impartición de las clases a aquellos alumnos aventajados académicamente respecto al resto de sus compañeros.

Contenidos de refuerzo

Se trata de contenidos que refuerzan contenidos mínimos exigidos en el currículo oficial destinados a su impartición con alumnos que muestren un rendimiento académico algo retrasado en relación al resto del grupo, facilitándoles la adquisición de los contenidos básicos planteados en la unidad.

6.5. Metodología

El fin principal a conseguir con la puesta en práctica de la unidad didáctica planteada en el presente documento hace referencia a conseguir que los alumnos adquieran un aprendizaje significativo de la genética molecular. La consecución de dicho aprendizaje requiere del uso de una metodología particular que rompa con el modelo tradicional empleado por la mayoría de los docentes hasta la fecha actual, el que basa la impartición de conocimientos en aquello expuesto en los libros de texto sin considerar ideas previas de los alumnos, desarrollando

clases meramente expositivas en las que la participación del alumno es prácticamente nula y el aprendizaje se forja a través del paso de información entre del maestro al alumno.

La metodología particular que se plantea emplear para la consecución de un aprendizaje significativo por parte del alumnado con la impartición de la presente unidad didáctica se corresponde con un modelo constructivista.

La idea central del constructivismo educativo se basa en que el aprendizaje humano se construye, que la mente de las personas elabora nuevos conocimientos a partir de la base de enseñanzas anteriores. Además, el aprendizaje de los estudiantes debe ser activo, deben participar en actividades en lugar de permanecer de manera pasiva observando lo que se les explica (Hernández, 2008). Esto permitirá la posibilidad de transmitir a los estudiantes no sólo contenidos principalmente conceptuales, sino también de profundizar en aspectos procedimentales o actitudinales, lo que llevará al desarrollo de una serie de competencias clave que permitirá a los estudiantes alcanzar un pleno y valioso desarrollo personal, social y profesional ajustado a las demandas del mundo actual.

Para la puesta en práctica del citado modelo constructivista con la impartición de la unidad didáctica se plantean una serie de estrategias metodológicas:

1. Análisis de conocimientos previos:

Este proceso permitirá al docente impartir nuevos contenidos en base a los conocimientos e ideas que los estudiantes ya poseen sobre el tema, de manera que sirva de ayuda para que los alumnos comiencen a construir su aprendizaje desde lo que ya saben y modifiquen ideas preconcebidas erróneas en relación a la temática a estudiar.

2. Clases expositivas participativas

Para la transmisión de los contenidos básicos correspondientes a la unidad se plantea el desarrollo de presentaciones digitales por parte del docente, las cuales estarán a disposición de los alumnos en el Drive de la clase, al menos el día antes de comenzar la explicación. Las diapositivas correspondientes no dispondrán de descripciones de forma que los alumnos deban tomar apuntes para seguir la explicación. Además, durante el transcurso de la explicación el docente planteará una serie de preguntas en voz alta a las cuales los alumnos responderán de forma voluntaria. Con el fin de evitar incomodidad en los alumnos que responden, el docente nunca dirá que la respuesta es incorrecta sino que pedirá la aportación de otras ideas hasta llegar a la conclusión que se pretende. Por otro lado, el docente podrá hacer preguntas dirigidas a aquellas personas que no muestran una actitud participativa a la hora de dar respuesta a las cuestiones planteadas, siempre intentando que sean preguntas muy

sencillas, que cualquiera podría contestar, buscando que el estudiante consiga éxito y de esta forma se vea motivado para responder de forma espontánea en ocasiones futuras.

3. Visualización de videos formativos

Con el fin de captar la atención de los estudiantes, motivarles por el tema, hacer más amenas las explicaciones y plantear una forma nueva de aprendizaje, se plantea la proyección de videos como apoyo en las clases expositivas en relación a la temática tratada. Al final de cada uno de ellos el docente hará unas preguntas para que los alumnos vayan dando sus diferentes opiniones vinculando la temática del vídeo a los contenidos explicados.

4. Trabajos individuales de investigación

Durante el transcurso del desarrollo de la unidad, el docente planteará que los alumnos desarrollen en casa pequeñas investigaciones sobre un tema en concreto proporcionándoles documentación o páginas web guía para la búsqueda de información. Al inicio de la siguiente sesión, el profesor nombrará a un integrante del grupo en voz alta quien deberá exponer las conclusiones derivadas de su investigación a todo el grupo durante 5 o 10 minutos.

5. Trabajos cooperativos en base a documentos científicos

A lo largo del desarrollo de la presente unidad didáctica se pretende que los alumnos pongan en práctica un análisis cooperativo de un total de 4 documentos científicos en relación a la temática empleada con búsqueda de información online en el aula de informática. Los alumnos deberán establecerse en grupos de 4 o 5 personas y dar respuesta a un conjunto de preguntas en relación a cada documento, las cuales deberán entregar al docente al final de la clase.

6. Debate público

Al final de la unidad, se plantea la puesta en práctica de un debate en relación a los beneficios y perjuicios de las mutaciones para la vida, representando el docente una mera figura de moderador. Este debate permitirá a los alumnos asociar conceptos teóricos estudiados con problemas y situaciones de la vida cotidiana de manera que les permita encontrar una utilidad a aquello que se estudia en el aula. A medida que el debate va avanzando, el profesor irá escribiendo las ideas en la pizarra de forma que al final se pueda hacer un análisis de las ideas surgidas y llegar a una serie de conclusiones finales.

7. Desarrollo individual de ejercicios y tareas

Con el fin de que los alumnos se preparen de forma adecuada para las pruebas de acceso a la Universidad y repasen conceptos estudiados en la unidad didáctica se plantea la realización y

entrega individual por parte de los estudiantes de un total de 2 documentos con actividades y tareas similares a las planteadas en estas pruebas.

8. Actividad de autoevaluación

Una vez finalizada la impartición de los contenidos correspondientes a la unidad, el docente subirá al Drive de la clase una serie de preguntas de autoevaluación extraídas de exámenes de pruebas de acceso a la Universidad planteadas en años anteriores. Además el profesor proporcionará a los alumnos mediante la plataforma digital mencionada las respuestas a dichas actividades de forma que los estudiantes se puedan autocorregir los ejercicios, sirviéndoles de guía para comprobar su nivel de conocimientos.

6.6. Actividades de enseñanza-aprendizaje

Con el fin de alcanzar los objetivos marcados mediante la impartición de los contenidos señalados anteriormente de forma gradual, progresiva y ajustada a la diversidad presente en el aula, se plantean un conjunto de actividades de enseñanza-aprendizaje, agrupadas en un total de 11 sesiones. Dichas sesiones serán impartidas en base al modelo metodológico constructivista, buscando que el alumno construya nuevos conocimientos a partir de sus conocimientos anteriores y buscando en todo momento su participación activa en el proceso.

En base a lo anterior, se plantean las siguientes sesiones:

Sesión 1

Para comenzar con la impartición de la unidad didáctica se plantea una actividad motivadora con el fin de despertar una actitud participativa y entusiasta en los alumnos que además permita realizar un análisis de los conocimientos previos del grupo en relación a la temática a estudiar. Al final de la sesión se indicará a los alumnos que tienen a su disposición en el Drive común de la clase el conjunto de presentaciones que van a ser utilizadas por el profesor para las explicaciones así como un primer documento de síntesis con actividades en relación al ADN y el proceso de replicación que deberán resolver de forma individual y entregarlo al finalizar la quinta sesión.

Actividad de motivación/conocimientos previos: Juego “Comprueba lo que sabes”.

Descripción: La actividad se corresponde con una prueba de diagnóstico basada en un modelo de un juego denominado “Comprueba lo que sabes”. A través del mismo, se plantean una serie de preguntas en base a los contenidos previos que el docente desea revisar. La actividad se plantea como un juego por equipos mediante el cual cada equipo durante un periodo de tiempo marcado deberá debatir y llegar a la conclusión de la respuesta que eligen.

Unidad didáctica: La genética molecular o química de la herencia

De esta forma, se plantea un repaso de conocimientos de forma divertida y motivadora para los estudiantes y permita a su vez reforzar el trabajo en equipo y el diálogo.

Objetivos: Se corresponden con los objetivos de aprendizaje iniciales establecidos en base a errores conceptuales generales de los alumnos que estudian en 2º de Bachillerato.

1. Comprender que todos los seres vivos están formados por células y que todos los seres vivos tienen genes y cromosomas.
2. Comprender que todas las células de un mismo organismo contienen idéntica información hereditaria con independencia de las funciones que desempeñen (relación de la mitosis con la transmisión de información hereditaria idéntica de célula a célula).
3. Estudiar el significado de meiosis en cuanto a la constancia cromosómica de las especies y como proceso fundamental para la formación de gametos.
4. Destacar la diversidad de información hereditaria que llevan óvulos y espermatozoides para comprender los mecanismos de la evolución (diferencias entre hermanos).
5. Comprender que la información hereditaria no sólo se encuentra en las células sexuales.
6. Entender que los cromosomas sexuales no sólo se encuentran en los gametos.
7. Vincular material hereditario con síntesis de proteínas y expresión de la información genética.
8. Comparar la influencia de los factores ambientales y hereditarios en la aparición de caracteres.

Competencias clave:

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT).
- Aprender a aprender (CPAA).
- Competencias sociales y cívicas (CSC).
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE).

Contenidos:

Conceptuales: Se relacionan con los contenidos previos planteados como esenciales para que los alumnos construyan nuevos conocimientos y que han sido estudiados en cursos académicos previos o unidades didácticas anteriores.

- Estructura de la cromatina y de los cromosomas.
- El ciclo celular y la división celular. Mitosis y meiosis.
- Los ácidos nucleicos y ADN.
- Proceso de replicación del ADN.
- Expresión de la información genética (transcripción y traducción) y código genético.

- Mutaciones y sus relaciones con la evolución.

Procedimentales

- Relación de conceptos en la resolución de ejercicios y actividades.
- Trabajo cooperativo e individual en tareas prácticas y teóricas.
- Establecimiento de procedimientos de contraste de hipótesis.

Actitudinales

- Reconocimiento y valoración de la importancia de los ácidos nucleicos en cuanto a la transmisión de la identidad específica del ser vivo.

Desarrollo: Los alumnos se organizarán voluntariamente en grupos de 5 personas. El docente proyectará el juego en clase y repartirá una plantilla anónima de respuestas a cada equipo sobre la cual deberán debatir la respuesta que eligen. Una vez que los alumnos hayan contestado a todas las preguntas, los equipos intercambiarán sus plantillas y las corregirán en base a la corrección que haga el profesor en voz alta, permitiendo la participación del resto de la clase. Finalmente se hará un análisis de resultados en el que el docente pueda anotar el número de aciertos y errores de cada pregunta, lo cual le servirá para aclarar dudas y de base para conocer qué conceptos previos poseen los estudiantes y en qué temas es necesario incidir más a la hora de impartir los contenidos básicos correspondientes a la unidad.

El modelo de la actividad con las preguntas y las respuestas correspondientes aparece en el Anexo 1 del presente documento.

Actividad de síntesis 1: Primer documento de actividades y tareas

Descripción: Se trata de un documento que será subido por el profesor a la plataforma online de acceso libre por los alumnos constituido por una serie de ejercicios en relación a parte de los contenidos que componen la unidad. Las actividades planteadas se asemejan a ejercicios propuestos en exámenes de Evaluación de Bachillerato para Acceso a la Universidad (EBAU) y Selectividad de años anteriores.

Objetivos:

1. Aprender a desarrollar actividades y tareas similares a las propuestas en pruebas de acceso a la Universidad.
2. Comprender el funcionamiento del material genético.
3. Enumerar los hitos principales en el descubrimiento del ADN como molécula portadora de la información genética.

4. Conocer las diferencias existentes en la organización del material genético entre procariotas y eucariotas.
5. Comprender el concepto de gen.
6. Comprender la importancia del experimento de Meselson y Stahl en la demostración de la hipótesis de la replicación semiconservativa.
7. Describir las diferentes etapas del proceso de replicación.
8. Explicar el papel de las enzimas que intervienen en la replicación.
9. Valorar la necesidad de corregir los errores producidos durante la replicación y conocer la forma en que esta acción se lleva a cabo.
10. Señalar las diferencias existentes en la replicación entre células procariotas y eucariotas.

Competencias clave:

- Competencia lingüística (CCL).
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT).
- Aprender a aprender (CPAA).

Contenidos:

Conceptuales

- Identificación del ADN como portador de la información genética.
- Concepto de gen.
- Replicación del ADN: etapas de la replicación y diferencias entre el proceso replicativo entre eucariotas y procariotas.

Procedimentales

- Relación de conceptos en la resolución de ejercicios y actividades.
- Trabajo cooperativo e individual en tareas prácticas y teóricas.

Actitudinales

- Reconocimiento y valoración de la importancia de los ácidos nucleicos en cuanto a la transmisión de la identidad específica del ser vivo.
- Aprecio de la importancia que han tenido y tienen las investigaciones encaminadas a descifrar el papel del ADN en la vida.

Desarrollo: La actividad consiste en que los alumnos vayan resolviendo las actividades en casa a medida que se va avanzando con las explicaciones pertinentes en clase. Además se busca que los estudiantes adquieran destreza para la solución de esta clase de ejercicios a

consecuencia de ser similares a aquellos planteados en las pruebas de acceso a la Universidad ante las cuales muchos de ellos se van a enfrentar en un futuro próximo.

En el Anexo 2 se muestra el documento con todas las actividades incluidas y sus correspondientes soluciones.

Sesión 2

Una vez repasados en la primera sesión los conceptos esenciales que los alumnos deben dominar, durante esta segunda sesión se comienza con la impartición de nuevos contenidos empleando para ello el profesor presentaciones de elaboración propia. La temática se centrará en temas en relación al funcionamiento del ADN, los principales experimentos que llevaron a descubrir la gran importancia de esta molécula y diferencias del material genético en células eucariotas y procariotas. Una vez explicados los conceptos, se plantea la realización de una actividad de desarrollo y la explicación de una actividad de investigación individual que cada alumno deberá resolver en casa para la clase siguiente.

Actividad de desarrollo 1: Video sobre experimento de Hershey y Chase.

Objetivos de aprendizaje:

1. Comprender el funcionamiento del material genético.
2. Enumerar los hitos principales en el descubrimiento del ADN como molécula portadora de la información genética.

Competencias clave:

- Comunicación lingüística (CCL).
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología (CMCT).
- Competencia digital (CD).
- Aprender a aprender (CPAA).

Contenidos:

Conceptuales

- Identificación del ADN como portador de la información genética.

Procedimentales

- Visualización de videos y animaciones con el fin de obtener información y lograr un mejor aprendizaje.
- Establecimiento de procedimientos de contraste de hipótesis.

Actitudinales

- Reconocimiento y valoración de la importancia de los ácidos nucleicos en cuanto a la transmisión de la identidad específica del ser vivo.

Desarrollo: La actividad consiste en la proyección de un vídeo en relación a los experimentos de Hershey y Chase de forma posterior a la explicación de los mismos por el profesor en el aula. Una vez visualizada la grabación, el profesor lanzará unas preguntas al aire ante las cuales los alumnos deberán dar su punto de vista al respecto. Una vez que se llega a la respuesta correcta a partir de las aportaciones de todos, el docente indicará a los alumnos que deberán anotar las preguntas y respuestas surgidas.

En el Anexo 3 del presente documento se proporciona el enlace al vídeo así como las preguntas de reflexión a plantear con sus respectivas respuestas.

Actividad de investigación 1

Objetivos de aprendizaje:

1. Comprender el funcionamiento del material genético.
2. Enumerar los hitos principales en el descubrimiento del ADN como molécula portadora de la información genética.

Competencias clave:

- Comunicación lingüística (CCL).
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT).
- Competencia digital (CD).
- Aprender a aprender (CPAA).
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE).

Contenidos:

Conceptuales

- Identificación del ADN como portador de la información genética.

Procedimentales

- Elaboración de trabajos mediante documentación bibliográfica seguida de exposición de conclusiones.
- Trabajo cooperativo e individual en tareas prácticas y teóricas.

Actitudinales

- Reconocimiento y valoración de la importancia de los ácidos nucleicos en cuanto a la transmisión de la identidad específica del ser vivo.

- Aprecio de la importancia que han tenido y tienen las investigaciones encaminadas a descifrar el papel del ADN en la vida.

Desarrollo: En los 5 últimos minutos de la segunda sesión, el profesor deberá explicar a los alumnos en que debe consistir la actividad de investigación. Cada alumno de forma individual deberá buscar información en relación a la temática planteada por el docente y preparar una pequeña presentación de 5 minutos dando respuesta a aquello que se ha preguntado. Durante los 5 primeros minutos de la clase siguiente, el profesor elegirá un alumno al azar que deberá exponer sus conclusiones frente al resto de sus compañeros.

La actividad de investigación planteada será la siguiente:

El investigador belga Jean Brachet, a pesar de ser embriólogo, hizo un importante aporte a la naciente genética molecular en 1933. Busca información sobre su descubrimiento.

Respuesta: *Jean Brachet demuestra en 1933 que el ADN se encuentra en los cromosomas y que el ARN está presente en el citoplasma de todas las células. Más tarde demostró en ensayos embriológicos que la diferenciación celular es precedida por la formación de nuevos ribosomas y acompañada por la liberación desde el núcleo de una gran cantidad de nuevos ARNm.*

Sesión 3

La presente sesión se desarrollará en el aula de informática debido a la necesidad de uso por parte de los alumnos de ordenadores con conexión a Internet para la resolución de la actividad de desarrollo planteada en la sesión.

Los 5 primeros minutos de la clase serán destinados a la exposición por parte de un alumno de la actividad de investigación planteada durante la sesión anterior. El resto de la clase será dedicada al desarrollo de una actividad relacionada con la lectura y análisis cooperativo de una publicación de divulgación científica.

Actividad de desarrollo 2: Análisis de publicación científica “El genoma oculto”.

Objetivos de aprendizaje:

1. Comprender el funcionamiento del material genético.
2. Enumerar los hitos principales en el descubrimiento del ADN como molécula portadora de la información genética.

Competencias clave:

- Comunicación lingüística (CCL).
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología (CMCT).
- Competencia digital (CD).

- Aprender a aprender (CPAA).
- Conciencia y expresiones culturales (CEC).

Contenidos:

Conceptuales

- Identificación del ADN como portador de la información genética.

Procedimentales

- Realización de prácticas en aula de informática.
- Elaboración de trabajos mediante documentación bibliográfica seguida de exposición de conclusiones.
- Trabajo cooperativo e individual en tareas prácticas y teóricas.
- Establecimiento de procedimientos de contraste de hipótesis.

Actitudinales

- Reconocimiento y valoración de la importancia de los ácidos nucleicos en cuanto a la transmisión de la identidad específica del ser vivo.
- Aprecio de la importancia que han tenido y tienen las investigaciones encaminadas a descifrar el papel del ADN en la vida.

Desarrollo: En la actividad se plantea el análisis cooperativo de una publicación de divulgación científica proporcionada por el profesor. Para ello, los alumnos se organizarán en grupos de 4 o 5 personas que deberán leer el documento y dar respuesta a las preguntas planteadas basando su criterio en aquello que aparece en el artículo y diferentes búsquedas que hagan en Internet. Al final de la clase, cada grupo deberá enviar sus respuestas por correo al profesor.

El artículo científico “El genoma oculto” junto a las preguntas a plantear a los alumnos con sus correspondientes respuestas aparecen en el Anexo 4 del presente documento.

Sesión 4

Durante la cuarta sesión se plantea la impartición de contenidos en relación al proceso de replicación del ADN haciendo hincapié en el experimento llevado a cabo por Meselson y Stahl a partir del cual se demostró la hipótesis de replicación semiconservativa, así como las diferentes etapas que componen este proceso y la importancia de cada una de las enzimas que participan en el mismo. Toda esta explicación se desarrollará en base a una presentación propia del docente intercalada con diferentes preguntas que el profesor realizará en voz alta de forma que alumnos voluntarios vayan dando sus puntos de vista.

Una vez hecha la explicación correspondiente se realizará una actividad de desarrollo relacionada con la visualización de un video en relación al proceso de replicación del ADN. Además, al final de la clase el profesor planteará que los alumnos desarrollen en casa una actividad de investigación en relación a un tema concreto que uno de ellos deberá exponer durante los 5 primeros minutos de la clase siguiente utilizando una pequeña presentación.

Actividad de desarrollo 3: Video sobre replicación del ADN.

Objetivos de aprendizaje:

1. Comprender la importancia del experimento de Meselson y Stahl en la demostración de la hipótesis de la replicación semiconservativa.
2. Describir las diferentes etapas del proceso de replicación.
3. Explicar el papel de las enzimas que intervienen en la replicación.

Competencias clave:

- Comunicación lingüística (CCL).
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología (CMCT).
- Competencia digital (CD).
- Aprender a aprender (CPAA).

Contenidos:

Conceptuales

- Replicación del ADN: etapas de la replicación y diferencias entre el proceso replicativo entre eucariotas y procariotas.

Procedimentales

- Visualización de videos y animaciones con el fin de obtener información y lograr un mejor aprendizaje.
- Establecimiento de procedimientos de contraste de hipótesis.

Actitudinales

- Reconocimiento y valoración de la importancia de los ácidos nucleicos en cuanto a la transmisión de la identidad específica del ser vivo.

Desarrollo: Al igual que la actividad planteada en la sesión 2, esta labor consiste en la proyección de un vídeo, esta vez en relación a la replicación del ADN planteando de forma el profesor de forma posterior una serie de preguntas al aire en relación a aquello comentado en la grabación ante las cuales los alumnos deberán dar su punto de vista. Una vez que se llega a

la respuesta correcta a partir de las aportaciones de todos, el docente indicará a los alumnos que deberán anotar las preguntas y respuestas surgidas.

En el Anexo 5 del presente documento se proporciona el enlace al vídeo así como las preguntas de reflexión a plantear con sus respectivas respuestas.

Actividad de investigación 2

Objetivos de aprendizaje:

1. Describir las diferentes etapas del proceso de replicación.
2. Explicar el papel de las enzimas que intervienen en la replicación.

Competencias clave:

- Comunicación lingüística (CCL).
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT).
- Competencia digital (CD).
- Aprender a aprender (CPAA).
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE).

Contenidos:

Conceptuales

- Replicación del ADN: etapas de la replicación y diferencias entre el proceso replicativo entre eucariotas y procariontes.

Procedimentales

- Elaboración de trabajos mediante documentación bibliográfica seguida de exposición de conclusiones.
- Trabajo cooperativo e individual en tareas prácticas y teóricas.

Actitudinales

- Reconocimiento y valoración de la importancia de los ácidos nucleicos en cuanto a la transmisión de la identidad específica del ser vivo.

Desarrollo: En los 5 últimos minutos de la sesión, el profesor deberá explicar a los alumnos en qué debe consistir la actividad de investigación. Al igual que en la primera actividad de investigación, cada alumno en su casa y de forma individual deberá buscar información en relación a la temática planteada por el docente y preparar una pequeña presentación de 5 minutos dando respuesta a aquello que se ha preguntado. Durante los 5 primeros minutos de la clase siguiente, el profesor elegirá un alumno al azar que deberá exponer sus conclusiones frente al resto de sus compañeros.

La actividad de investigación planteada en la cuarta sesión será la siguiente:

En los extremos de los cromosomas de las células eucariotas se encuentra una secuencia fija y repetida de nucleótidos llamada telómero. Los telómeros se van acortando en cada ciclo de división celular. Para retrasar este proceso existe una enzima, la telomerasa, muy activa durante el periodo embrionario pero que va perdiendo actividad posteriormente. Investiga la relación que existe entre el acortamiento de los telómeros y la replicación del ADN, así como la forma de acción de la telomerasa.

Respuesta: *El ADN contenido en los telómeros no se replica completamente durante la duplicación del ADN, ya que la enzima ADN polimerasa III solo puede trabajar en dirección 5' → 3'. Para una de las dos hebras (conductora) esto no supone problema, pero para poder duplicar simultáneamente la hebra retrasada (que se presenta en dirección 3' → 5') deben formarse los fragmentos de Okazaki. El inicio de cada segmento está constituido por un fragmento de ARN cebador. Estos son finalmente sustituidos por ADN, sin embargo, el primer del extremo 5' de la hebra no puede ser completado, ya que se requeriría trabajar en dirección 3' → 5'. Como consecuencia, el telómero se va haciendo cada vez más y más corto en cada replicación. La telomerasa es una enzima con actividad polimerasa que está presente en células de la línea germinal, en tejidos fetales y en ciertas células madre poco diferenciadas, y que permite el alargamiento de los telómeros. La telomerasa es reprimida en las células somáticas maduras después del nacimiento, produciéndose un acortamiento del telómero después de cada división celular.*

Sesión 5

La quinta sesión se plantea desarrollar en el aula de informática con el fin de que los alumnos puedan resolver la actividad de desarrollo que se les va a plantear. Durante los 5-10 primeros minutos de la sesión, el profesor escogerá a uno de los estudiantes para que exponga sus conclusiones en relación a la actividad de investigación individual planteada en la clase anterior. Posteriormente, el docente explicará contenidos en relación a la corrección de errores dentro del proceso de la replicación y las diferencias del proceso de replicación en células procariontas y eucariotas mientras que el resto de la sesión se dedicará a que los alumnos resuelvan de forma cooperativa una actividad de desarrollo planteada. Al final de la clase se plantea que los estudiantes realicen en casa una nueva actividad de investigación individual para exponer los resultados en la siguiente sesión. Además se pide a los alumnos la entrega del documento resuelto de actividades y tareas proporcionado por el profesor al inicio de la primera sesión.

Actividad de desarrollo 4: Análisis de publicación científica “Manejando el material genético”.

Objetivos de aprendizaje:

1. Comprender el concepto de gen.

Competencias clave:

- Comunicación lingüística (CCL).
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología (CMCT).
- Competencia digital (CD).
- Aprender a aprender (CPAA).
- Conciencia y expresiones culturales (CEC).

Contenidos:

Conceptuales

- Replicación del ADN: etapas de la replicación y diferencias entre el proceso replicativo entre eucariotas y procariotas.

Procedimentales

- Realización de prácticas en aula de informática.
- Elaboración de trabajos mediante documentación bibliográfica seguida de exposición de conclusiones.
- Trabajo cooperativo e individual en tareas prácticas y teóricas.
- Establecimiento de procedimientos de contraste de hipótesis.

Actitudinales

- Reconocimiento y valoración de la importancia de los ácidos nucleicos en cuanto a la transmisión de la identidad específica del ser vivo.
- Aprecio de la importancia que han tenido y tienen las investigaciones encaminadas a descifrar el papel del ADN en la vida.

Desarrollo: Se trata de una actividad de desarrollo cooperativo al igual que aquellas planteadas en sesiones anteriores en relación al análisis de una publicación de divulgación científica. Los estudiantes se organizarán en grupos de 4 o 5 personas para leer el documento y dar respuesta a las preguntas planteadas basando su criterio en aquello que aparece en el artículo y diferentes búsquedas que hagan en Internet. Al final de la clase, cada grupo deberá enviar sus respuestas por correo al profesor.

El artículo científico “Genes inteligentes” junto a las preguntas a plantear a los alumnos con sus respectivas respuestas aparecen en el Anexo 6 del presente documento.

Actividad de investigación 3

Objetivos de aprendizaje:

1. Valorar la necesidad de corregir los errores producidos durante la replicación y conocer la forma en que esta acción se lleva a cabo.

Competencias clave:

- Comunicación lingüística (CCL).
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT).
- Competencia digital (CD).
- Aprender a aprender (CPAA).
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE).

Contenidos:

Conceptuales

- Replicación del ADN: etapas de la replicación y diferencias entre el proceso replicativo entre eucariotas y procariotas.

Procedimentales

- Elaboración de trabajos mediante documentación bibliográfica seguida de exposición de conclusiones.
- Trabajo cooperativo e individual en tareas prácticas y teóricas.

Actitudinales

- Reconocimiento y valoración de la importancia de los ácidos nucleicos en cuanto a la transmisión de la identidad específica del ser vivo.

Desarrollo: El profesor deberá explicar a los alumnos en qué debe consistir la actividad de investigación. Al igual que en las actividades de investigación anteriores, cada alumno en su casa y de forma individual deberá buscar información en relación a la temática planteada por el docente y preparar una pequeña presentación de 5 minutos dando respuesta a aquello que se ha preguntado. Durante los 5 primeros minutos de la clase siguiente, el profesor elegirá un alumno al azar que deberá exponer sus conclusiones frente al resto de sus compañeros.

La actividad de investigación planteada en la cuarta sesión será la siguiente:

En casos excepcionales, como las lesiones en el ADN provocadas por radiaciones UV o ciertas sustancias químicas, se pone en marcha un mecanismo de reparación especial conocido como “mecanismo SOS o de salvataje”. Busca información sobre este tipo de mecanismo excepcional.

Respuesta: *Las lesiones en el ADN provocan la presencia de ADN monocatenario que induce la expresión de ADN polimerasas y otras proteínas que reparan las lesiones. Este mecanismo está presente tanto en procariontes como en eucariontes aunque su regulación es muy diferente en unos y otros.*

Sesión 6

Los 5 primeros minutos de la sexta sesión serán destinados a la exposición por parte de uno de los alumnos de la actividad de investigación planteada en la clase anterior. Seguidamente el profesor comenzará con la explicación teórica en relación al dogma central de la biología molecular y el proceso de transcripción para posteriormente establecer un periodo de tiempo libre durante el cual los estudiantes deberán resolver individualmente una actividad que el profesor les entrega. Al final de la sesión se plantea una nueva actividad de investigación individual a resolver en casa y se entregará un nuevo documento con actividades y tareas en relación a los contenidos de las clases próximas, con el objetivo de que los estudiantes puedan ir resolviéndolas a medida que se van explicando los conceptos.

Actividad de desarrollo 5: “La expresión del mensaje genético”.

Objetivos de aprendizaje:

1. Describir en qué consiste la expresión del mensaje genético a partir del dogma de la biología molecular.
2. Explicar el proceso de la transcripción y señalar las diferencias que presenta en las células procariotas y eucariotas.

Competencias clave:

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología (CMCT).
- Aprender a aprender (CPAA).

Contenidos:

Conceptuales

- El ARN. Tipos y funciones.
- La expresión de los genes: Transcripción y traducción genéticas en procariotas y eucariotas.

Procedimentales

- Relación de conceptos en la resolución de ejercicios y actividades.
- Trabajo cooperativo e individual en tareas prácticas y teóricas.

Actitudinales

- Reconocimiento y valoración de la importancia de los ácidos nucleicos en cuanto a la transmisión de la identidad específica del ser vivo.

Desarrollo: La actividad consiste en que los alumnos completen un esquema proporcionado por el profesor y relativo al proceso de transcripción, diferenciando los elementos marcados e incluyendo una descripción de dicho proceso. Finalmente cada alumno entregará su actividad resuelta al profesor.

La ficha a proporcionar a los alumnos puede observarse en el Anexo 7 del presente documento.

Actividad de investigación 4

Objetivos de aprendizaje:

1. Definir el concepto de código genético y comentar sus características.

Competencias clave:

- Comunicación lingüística (CCL).
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT).
- Competencia digital (CD).
- Aprender a aprender (CPAA).
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE).

Contenidos:

Conceptuales

- El ARN. Tipos y funciones.
- La expresión de los genes: Transcripción y traducción genéticas en procariotas y eucariotas.

Procedimentales

- Elaboración de trabajos mediante documentación bibliográfica seguida de exposición de conclusiones.
- Trabajo cooperativo e individual en tareas prácticas y teóricas.

Actitudinales

- Reconocimiento y valoración de la importancia de los ácidos nucleicos en cuanto a la transmisión de la identidad específica del ser vivo.

Desarrollo: Al igual que las actividades de investigación anteriores, se trata de que los alumnos investiguen en relación a un tema en concreto proporcionado por el profesor y expongan el resultado de su búsqueda al inicio de la clase siguiente en un periodo de tiempo de unos 5 minutos.

La actividad de investigación que se plantea para la sexta sesión es la siguiente:

El hongo *Amanita phalloides* produce una toxina muy potente (α -amanitina). Al ser ingeridas las setas de esta especie, se produce una grave intoxicación, con frecuencia mortal. Investiga la acción molecular de la α -amanitina en este proceso.

Respuesta: *La α -amanitina es un inhibidor de la ARN polimerasa II. Por esa razón no pueden sintetizarse los ARNm. Concretamente, la α -amanitina interactúa con la estructura de ARN polimerasa II.*

Actividad de síntesis 2: Segundo documento de actividades y tareas

Descripción: Al igual que el primer documento entregado a los alumnos durante la primera sesión, se trata de un archivo que será subido por el profesor a la plataforma online de acceso libre constituido por una serie de ejercicios en relación a la otra parte de los contenidos que componen la unidad. Las actividades planteadas se asemejan a ejercicios propuestos en exámenes de Evaluación de Bachillerato para Acceso a la Universidad (EBAU) y Selectividad de años anteriores.

Objetivos de aprendizaje:

1. Aprender a desarrollar actividades y tareas similares a las propuestas en pruebas de acceso a la Universidad.
2. Describir en qué consiste la expresión del mensaje genético a partir del dogma de la biología molecular.
3. Explicar el proceso de la transcripción y señalar las diferencias que presenta en las células procariotas y eucariotas.
4. Definir el concepto de código genético y comentar sus características.
5. Describir el proceso de traducción en las células procariotas.
6. Valorar la relación existente entre la secuencia de bases nitrogenadas del ARNm y la secuencia de aminoácidos de la proteína codificada.
7. Comprender el papel que cada tipo de ARN desempeña en la biosíntesis de proteínas.

8. Enumerar las peculiaridades del proceso de traducción en las células eucariotas.
9. Valorar la necesidad de la regulación de la expresión genética.
10. Describir el modelo del operón.
11. Explicar los mecanismos de regulación de la expresión genética en eucariotas.

Competencias clave:

- Competencia lingüística (CCL).
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT).
- Aprender a aprender (CPAA).

Contenidos:

Conceptuales

- El ARN. Tipos y funciones.
- La expresión de los genes: Transcripción y traducción genéticas en procariotas y eucariotas.
- El código genético en la información genética.
- Las mutaciones: tipos y agentes mutagénicos.
- Las mutaciones y el cáncer.
- Implicaciones de las mutaciones en la evolución y aparición de nuevas especies.

Procedimentales

- Relación de conceptos en la resolución de ejercicios y actividades.
- Trabajo cooperativo e individual en tareas prácticas y teóricas.

Actitudinales

- Reconocimiento y valoración de la importancia de los ácidos nucleicos en cuanto a la transmisión de la identidad específica del ser vivo.
- Aprecio de la importancia que han tenido y tienen las investigaciones encaminadas a descifrar el papel del ADN en la vida.

Desarrollo: La actividad consiste en que los alumnos vayan resolviendo las actividades en casa a medida que se va avanzando con las explicaciones pertinentes en clase. Además se busca que los estudiantes adquieran destreza para la solución de esta clase de ejercicios a consecuencia de ser similares a aquellos planteados en las pruebas de acceso a la Universidad ante las cuales muchos de ellos se van a enfrentar en un futuro próximo.

En el Anexo 8 se muestra el documento con todas las actividades incluidas y sus correspondientes soluciones.

Sesión 7

La sesión número 7 se destina a la explicación teórica por parte del profesor de contenidos en relación al código genético y su papel en la expresión de la información genética. De forma previa a la explicación se procederá a la resolución de la actividad de investigación planteada en la sesión anterior. Al final de la clase, se propone una nueva actividad de investigación individual relacionada con el código genético.

Actividad de investigación 5

Objetivos de aprendizaje:

1. Definir el concepto de código genético y comentar sus características.

Competencias clave:

- Comunicación lingüística (CCL).
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT).
- Competencia digital (CD).
- Aprender a aprender (CPAA).
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE).

Contenidos:

Conceptuales

- El código genético en la información genética.

Procedimentales

- Elaboración de trabajos mediante documentación bibliográfica seguida de exposición de conclusiones.
- Trabajo cooperativo e individual en tareas prácticas y teóricas.

Actitudinales

- Reconocimiento y valoración de la importancia de los ácidos nucleicos en cuanto a la transmisión de la identidad específica del ser vivo.

Desarrollo: Se trata de que los alumnos investiguen sobre un tema en concreto y expongan sus conclusiones mediante presentación digital durante los 5 primeros minutos de la clase siguiente.

La actividad de investigación a plantear es la siguiente:

Busca información sobre cuáles son las excepciones al código genético que están presentes en las mitocondrias de los vertebrados, y compáralas con las de las mitocondrias de otros organismos.

Respuesta: *Existen ciertos tripletes con un significado diferente según se localicen en el material genético del núcleo o de las mitocondrias. En todos los organismos, el codón UGA señala el fin de una cadena polipeptídica. Sin embargo, en las mitocondrias codifica el aminoácido triptófano. Existen otros tripletes que codifican aminoácidos diferentes según el organismo en que se encuentren. Son muy conocidos los codones AUU, AUC, AUA de algunos mamíferos. En el código genético general codifican para el aminoácido isoleucina. Sin embargo, en las mitocondrias indican metionina o iniciación. En las mitocondrias de Drosophila AGA codifica serina, en lugar de arginina, como ocurren en el código general. En levaduras los tripletes CUX indican treonina, en vez de leucina.*

Sesión 8

La sesión comenzará con la exposición de resultados de la actividad de investigación propuesta durante la séptima sesión por parte de un alumno escogido por el profesor. Posteriormente, se continuará con una clase teórica en la que el docente impartirá contenidos en relación al proceso de traducción y sus fases, la cual finalizará con una actividad de desarrollo en relación a la proyección de un vídeo al final del cual el profesor planteará una serie de preguntas. Al final de la clase se propondrá una nueva actividad de investigación cuyas conclusiones deberán exponerse durante la siguiente clase.

Actividad de desarrollo 6: Video sobre la síntesis de proteínas, el proceso de traducción.

Objetivos de aprendizaje:

1. Describir el proceso de traducción en las células procariotas.
2. Valorar la relación existente entre la secuencia de bases nitrogenadas del ARNm y la secuencia de aminoácidos de la proteína codificada.
3. Comprender el papel que cada tipo de ARN desempeña en la biosíntesis de proteínas.
4. Enumerar las peculiaridades del proceso de traducción en las células eucariotas.

Competencias clave:

- Comunicación lingüística (CCL).
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología (CMCT).
- Competencia digital (CD).
- Aprender a aprender (CPAA).

Contenidos:

Conceptuales

- La expresión de los genes: Transcripción y traducción genéticas en procariotas y eucariotas.

Procedimentales

- Visualización de videos y animaciones con el fin de obtener información y lograr un mejor aprendizaje.
- Establecimiento de procedimientos de contraste de hipótesis.

Actitudinales

- Reconocimiento y valoración de la importancia de los ácidos nucleicos en cuanto a la transmisión de la identidad específica del ser vivo.

Desarrollo: La actividad consiste en la proyección de un vídeo en relación al proceso de traducción y la síntesis final de proteínas de forma posterior a la explicación de los mismos por el profesor en el aula. Una vez visualizada la grabación, el profesor lanzará unas preguntas al aire ante las cuales los alumnos deberán dar su punto de vista al respecto. Cuando se llega a la respuesta correcta a partir de las aportaciones de todos, el docente indicará a los alumnos que deberán anotar las preguntas y respuestas surgidas.

En el Anexo 9 del presente documento se proporciona el enlace al vídeo así como las preguntas de reflexión a plantear con sus respectivas respuestas.

Actividad de investigación 6

Objetivos de aprendizaje:

1. Valorar la relación existente entre la secuencia de bases nitrogenadas del ARNm y la secuencia de aminoácidos de la proteína codificada.
2. Comprender el papel que cada tipo de ARN desempeña en la biosíntesis de proteínas.

Competencias clave:

- Comunicación lingüística (CCL).
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT).
- Competencia digital (CD).
- Aprender a aprender (CPAA).
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE).

Contenidos:

Conceptuales

- La expresión de los genes: Transcripción y traducción genéticas en procariotas y eucariotas.

Procedimentales

- Elaboración de trabajos mediante documentación bibliográfica seguida de exposición de conclusiones.
- Trabajo cooperativo e individual en tareas prácticas y teóricas.

Actitudinales

- Reconocimiento y valoración de la importancia de los ácidos nucleicos en cuanto a la transmisión de la identidad específica del ser vivo.

Desarrollo: Se trata de que los alumnos investiguen sobre un tema en concreto y expongan sus conclusiones mediante una presentación digital durante los 5 primeros minutos de la clase siguiente. La actividad de investigación a plantear es la siguiente:

Los antibióticos han permitido conocer en gran medida el proceso de la biosíntesis de las proteínas. Averigua qué antibióticos se han estudiado y qué información ha aportado cada uno de ellos.

Respuesta:

Las tetraciclinas se unen a la subunidad menor del ribosoma y no permiten la unión de los aminoacil ARNt.

Los aminoglucósidos y aminociclitolos también actúan a nivel de esta subunidad ribosómica, induciendo errores en la lectura de la información aportada por el ARN mensajero. De esta manera, la proteína que se sintetice contendrá errores y no será funcional.

El cloranfenicol, tianfenicol y florfenicol, actúan a nivel de la subunidad mayor del ribosoma, inhibiendo la peptidil transferasa.

Las lincosamidas y macrólidos también se unen a la porción 50 S, pero en ese caso inhiben la translocación.

Al aplicar cada uno de estos antibióticos se estudiaron las moléculas resultantes y/o los errores producidos en la síntesis proteica normal. Con los datos aportados se elaboró el modelo actual de la traducción.

Sesión 9

Tal y como ocurría en sesiones anteriores, la novena clase correspondiente a la unidad didáctica comenzará con la resolución por parte de uno de los alumnos de la actividad de investigación planteada al final de la sesión anterior. La clase se desarrollará en el aula de informática ya que de forma posterior a la explicación de contenidos en relación a la regulación genética por parte del profesor, los alumnos se dispondrán en grupos de trabajo para la realización de una nueva actividad de desarrollo basada en el análisis de un texto científico. Finalmente, una nueva actividad de investigación individual para su resolución en casa será propuesta a los alumnos.

Actividad de desarrollo 7: Análisis de publicación científica “Genes inteligentes”.

Objetivos de aprendizaje:

1. Valorar la necesidad de la regulación de la expresión genética.
2. Describir el modelo del operón.
3. Explicar los mecanismos de regulación de la expresión genética en eucariotas.

Competencias clave:

- Comunicación lingüística (CCL).
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología (CMCT).
- Competencia digital (CD).
- Aprender a aprender (CPAA).
- Conciencia y expresiones culturales (CEC).

Contenidos:

Conceptuales

- La expresión de los genes: Transcripción y traducción genéticas en procariotas y eucariotas.

Procedimentales

- Realización de prácticas en aula de informática.
- Elaboración de trabajos mediante documentación bibliográfica seguida de exposición de conclusiones.
- Trabajo cooperativo e individual en tareas prácticas y teóricas.
- Establecimiento de procedimientos de contraste de hipótesis.

Actitudinales

- Reconocimiento y valoración de la importancia de los ácidos nucleicos en cuanto a la transmisión de la identidad específica del ser vivo.

Desarrollo: Tal y como ocurría con la actividad de desarrollo cooperativo planteada en la tercera sesión se pretende que los alumnos desarrollen un análisis cooperativo de una publicación de divulgación científica proporcionada por el profesor. Para ello, los estudiantes se organizarán en grupos de 4 o 5 personas que deberán leer el documento y dar respuesta a las preguntas planteadas basando su criterio en aquello que aparece en el artículo y diferentes búsquedas que hagan en Internet. Al final de la clase, cada grupo deberá enviar sus respuestas por correo al profesor.

El artículo científico “Manejando el material genético” junto a las preguntas a plantear a los alumnos con sus correspondientes respuestas aparece en el Anexo 10 del presente documento.

Actividad de investigación 7

Objetivos de aprendizaje:

1. Valorar la necesidad de la regulación de la expresión genética.

Competencias clave:

- Comunicación lingüística (CCL).
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT).
- Competencia digital (CD).
- Aprender a aprender (CPAA).
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE).

Contenidos:

Conceptuales

- La expresión de los genes: Transcripción y traducción genéticas en procariotas y eucariotas.

Procedimentales

- Elaboración de trabajos mediante documentación bibliográfica seguida de exposición de conclusiones.
- Trabajo cooperativo e individual en tareas prácticas y teóricas.

Actitudinales

- Reconocimiento y valoración de la importancia de los ácidos nucleicos en cuanto a la transmisión de la identidad específica del ser vivo.

Desarrollo: Al igual que las actividades de investigación anteriores se trata de que los alumnos investiguen sobre un tema en concreto y expongan sus conclusiones mediante una presentación digital durante los 5 primeros minutos de la clase siguiente.

La actividad de investigación a plantear es la siguiente:

Los virus tienen la capacidad de poner a su servicio, en las células parasitadas, toda la maquinaria sintética necesaria para su replicación. El conocimiento de la regulación de la expresión de los genes de los virus será fundamental en la lucha contra estos patógenos. En la actualidad se empiezan a conocer estos mecanismos en los fagos (virus que parasitan bacterias). Investiga qué se conoce sobre la regulación de estos virus.

Respuesta:

Los estudios más avanzados sobre este tema se han hecho en los virus bacteriófagos o fagos.

Existen varios mecanismos conocidos hasta la fecha:

- *El fago SP01, cuando infecta a las bacterias, produce subunidades nuevas que se unen a la ARN polimerasa de la bacteria y modifican su capacidad para reconocer a los promotores de los genes bacterianos.*
- *El fago T7 activa la síntesis de una nueva ARN polimerasa a partir del ADN del virus. Esta nueva ARN polimerasa transcribe los genes de la clase II, también conocidos como genes medios. Dichos genes están relacionados con la replicación del ADN del virus, con la degradación del ADN bacteriano y lisis de la bacteria. Además, la nueva ARN polimerasa transcribe los genes de clase III también llamados genes tardíos. Dichos genes codifican para proteínas de la cabeza, de la cola, proteínas de maduración del ADN y proteínas necesarias para el ensamblaje final de partículas virales.*
- *El fago λ produce proteínas activadoras o represoras de los operones.*

Sesión 10

Al inicio de la décima sesión se corregirá la actividad de investigación propuesta en la sesión anterior. Posteriormente el profesor explicará conceptos en relación a los tipos principales de mutaciones y agentes mutagénicos e incidirá en la implicación que tienen las mutaciones en el desarrollo de enfermedades y cáncer, así como el papel de las mismas en el proceso de evolución de las especies. Finalmente, el profesor abrirá un debate en relación a la temática tratada en clase durante el cual los alumnos podrán aportar sus diferentes opiniones al respecto. Al finalizar el debate el profesor pedirá la entrega de la segunda actividad de síntesis proporcionada a los alumnos en la sexta sesión y repartirá corregidas todas las actividades entregadas hasta el momento por los estudiantes.

Actividad de desarrollo 8: Debate público: Las mutaciones. ¿Beneficiosas o perjudiciales?

Descripción: Se trata de una actividad de debate mediante la cual los alumnos, respetando los turnos de palabra y los argumentos de los compañeros, deberán dar su opinión razonada científicamente respecto a la pregunta abierta planteada por el profesor: ¿Las mutaciones son beneficiosas o perjudiciales?. Esta actividad permitirá a los alumnos asociar conceptos teóricos estudiados con problemas y situaciones de la vida cotidiana de manera que les permita encontrar una utilidad a aquello que se estudia en el aula, además de aprender a dialogar, argumentar y adquirir valores en relación al respeto, la empatía y la asertividad.

Objetivos de aprendizaje:

1. Definir el concepto de mutación distinguiendo los principales tipos y agentes mutagénicos.
2. Contrastar la relación entre mutación y cáncer.
3. Reconocer la importancia de la mutación para la evolución.

Competencias clave:

- Comunicación lingüística (CCL).
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT).
- Aprender a aprender (CPAA).
- Competencias sociales y cívicas (CSC).
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE).
- Conciencia y expresiones culturales (CEC).

Contenidos:

Conceptuales

- Las mutaciones: tipos y agentes mutagénicos.
- Las mutaciones y el cáncer.
- Implicaciones de las mutaciones en la evolución y aparición de nuevas especies.

Procedimentales

- Debate sobre temas controvertidos como los beneficios y perjuicios de las mutaciones.
- Establecimiento de procedimientos de contraste de hipótesis.

Actitudinales

- Valoración de la importancia de hábitos y de las condiciones ambientales como factores causantes de alteraciones en la información genética.

Desarrollo: En el debate, el docente representará una mera figura de moderador. A medida que el debate va avanzando, el profesor irá escribiendo en la pizarra diferentes ideas que los alumnos vayan aportando de forma que al final se pueda hacer un análisis de las ideas surgidas y llegar a una serie de conclusiones finales.

Sesión 11

Durante la última sesión correspondiente a la unidad y previa a la realización del examen correspondiente, el profesor entregará a los alumnos la segunda actividad de síntesis corregida. Además, aprovechará el tiempo para la resolución de dudas surgidas en relación a los ejercicios realizados hasta el momento de cara al examen.

Finalmente avisará a los alumnos de la presencia de una prueba de autoevaluación en la plataforma online abierta a todos ellos y compuesta de preguntas aparecidas en pruebas de acceso a la Universidad de años anteriores, con la que los estudiantes podrán repasar conceptos relativos al tema. Cualquier duda al respecto podrá ser enviada por correo electrónico al profesor o preguntada en clases posteriores. La prueba de autoevaluación a poner en disposición de los estudiantes puede observarse en el Anexo 11 del presente documento.

6.7. Temporalización

La unidad didáctica diseñada se llevará a cabo en un total de 11 sesiones. Cada sesión tendrá una duración total de 50 minutos según el horario establecido en el centro escolar.

Por otro lado, se desarrollarán 4 sesiones semanales, las cuales se corresponden con el horario oficial correspondiente a la asignatura de Biología durante el segundo curso de Bachillerato.

Una tabla en la que se presentan las sesiones, los objetivos de aprendizaje, los contenidos, las actividades y los criterios de evaluación pueden observarse en la Tabla 4.

Tabla 4. Temporalización de la unidad didáctica.

Sesión	Objetivos de aprendizaje	Comp. clave	Contenidos conceptuales	Actividades	Criterios de evaluación
Sesión 1	Objetivos de aprendizaje iniciales	CMCT CPAA CSC SIE	Contenidos previos	Actividad de motivación/conocimientos previos: Juego “Comprueba lo que sabes”.	Comprender ideas esenciales para el estudio de la genética molecular
	Todos los objetivos de aprendizaje hasta expresión genética.	CCL CMCT CPAA	Todos los contenidos hasta expresión genética.	Actividad de síntesis 1: Primer documento de actividades y tareas.	1, 2 y 3

Tabla 4. Temporalización de la unidad didáctica (continuación).

Sesión	Objetivos de aprendizaje	Comp. clave	Contenidos conceptuales	Actividades	Criterios de evaluación
Sesión 2	1. Comprender el funcionamiento del material genético. 2. Enumerar los hitos principales en el descubrimiento del ADN como molécula portadora de la información genética.	CCL CMCT CD CPAA	Identificación del ADN como portador de la información genética.	Actividad de desarrollo 1: Video sobre experimento de Hershey y Chase.	1
	1. Comprender el funcionamiento del material genético. 2. Enumerar los hitos principales en el descubrimiento del ADN como molécula portadora de la información genética.	CCL CMCT CD CPAA SIE	Identificación del ADN como portador de la información genética.	Actividad de investigación 1	1 y 3
Sesión 3	1. Comprender el funcionamiento del material genético. 2. Enumerar los hitos principales en el descubrimiento del ADN como molécula portadora de la información genética.	CCL CMCT CD CPAA CEC	Identificación del ADN como portador de la información genética.	Actividad de desarrollo 2: Análisis de publicación científica “El genoma oculto”.	1 y 3
Sesión 4	1. Comprender la importancia del experimento de Meselson y Stahl en la demostración de la hipótesis de la replicación semiconservativa. 2. Describir las diferentes etapas del proceso de replicación. 3. Explicar el papel de las enzimas que intervienen en la replicación.	CCL CMCT CD CPAA	Replicación del ADN: etapas de la replicación y diferencias entre el proceso replicativo entre eucariotas y procariotas.	Actividad de desarrollo 3: Video sobre replicación del ADN.	2
	1. Describir las diferentes etapas del proceso de replicación. 2. Explicar el papel de las enzimas que intervienen en la replicación.	CCL CMCT CD CPAA SIE	Replicación del ADN: etapas de la replicación y diferencias entre el proceso replicativo entre eucariotas y procariotas.	Actividad de investigación 2	2
Sesión 5	1. Comprender el concepto de gen.	CCL CMCT CD CPAA CEC	Replicación del ADN: etapas de la replicación y diferencias entre el proceso replicativo entre eucariotas y procariotas.	Actividad de desarrollo 4: Análisis de publicación científica “Manejando el material genético”.	2 y 3
	1. Valorar la necesidad de corregir los errores producidos durante la replicación y conocer la forma en que esta acción se lleva a cabo.	CCL CMCT CD CPAA SIE	Replicación del ADN: etapas de la replicación y diferencias entre el proceso replicativo entre eucariotas y procariotas.	Actividad de investigación 3	2 y 3

Tabla 4. Temporalización de la unidad didáctica (continuación).

Sesión	Objetivos de aprendizaje	Comp. clave	Contenidos conceptuales	Actividades	Criterios de evaluación
Sesión 6	1. Describir en qué consiste la expresión del mensaje genético a partir del dogma de la biología molecular. 2. Explicar el proceso de la transcripción y señalar las diferencias que presenta en las células procariotas y eucariotas.	CMCT CPAA	El ARN. Tipos y funciones. La expresión de los genes: Transcripción y traducción genéticas en procariotas y eucariotas.	Actividad de desarrollo 5: “La expresión del mensaje genético”.	4 y 5
	1. Definir el concepto de código genético y comentar sus características.	CCL CMCT CD CPAA SIE	El ARN. Tipos y funciones. La expresión de los genes: Transcripción y traducción genéticas en procariotas y eucariotas.	Actividad de investigación 4	4 y 5
	Todos los objetivos de aprendizaje desde expresión genética hasta mutaciones.	CCL CMCT CPAA	Todos los contenidos desde expresión genética hasta mutaciones.	Actividad de síntesis 2: Segundo documento de actividades y tareas	4 y 5
Sesión 7	1. Definir el concepto de código genético y comentar sus características.	CCL CMCT CD CPAA SIE	El código genético en la información genética.	Actividad de investigación 5	4
Sesión 8	1. Describir el proceso de traducción en las células procariotas. 2. Valorar la relación existente entre la secuencia de bases nitrogenadas del ARNm y la secuencia de aminoácidos de la proteína codificada. 3. Comprender el papel que cada tipo de ARN desempeña en la biosíntesis de proteínas. 4. Enumerar las peculiaridades del proceso de traducción en las células eucariotas.	CCL CMCT CD CPAA	La expresión de los genes: Transcripción y traducción genéticas en procariotas y eucariotas.	Actividad de desarrollo 6: Video sobre la síntesis de proteínas, el proceso de traducción.	3, 4 y 5
	1. Valorar la relación existente entre la secuencia de bases nitrogenadas del ARNm y la secuencia de aminoácidos de la proteína codificada. 2. Comprender el papel que cada tipo de ARN desempeña en la biosíntesis de proteínas.	CCL CMCT CD CPAA SIE	La expresión de los genes: Transcripción y traducción genéticas en procariotas y eucariotas.	Actividad de investigación 6	4 y 5
Sesión 9	1. Valorar la necesidad de la regulación de la expresión genética. 2. Describir el modelo del operón. 3. Explicar los mecanismos de regulación de la expresión genética en eucariotas.	CCL CMCT CD CPAA CEC	La expresión de los genes: Transcripción y traducción genéticas en procariotas y eucariotas.	Actividad de desarrollo 7: Análisis de publicación científica “Genes inteligentes”.	5
	1. Valorar la necesidad de la regulación de la expresión genética.	CCL CMCT CD CPAA SIE	La expresión de los genes: Transcripción y traducción genéticas en procariotas y eucariotas.	Actividad de investigación 7	5

Tabla 4. Temporalización de la unidad didáctica (continuación).

Sesión	Objetivos de aprendizaje	Comp. clave	Contenidos conceptuales	Actividades	Criterios de evaluación
Sesión 10	1. Definir el concepto de mutación distinguiendo los principales tipos y agentes mutagénicos. 2. Contrastar la relación entre mutación y cáncer. 3. Reconocer la importancia de la mutación para la evolución.	CCL CMCT CPAA CSC SIE CEC	Las mutaciones: tipos y agentes mutagénicos. Las mutaciones y el cáncer. Implicaciones de las mutaciones en la evolución y aparición de nuevas especies.	Actividad de desarrollo 8: Debate público: Las mutaciones. ¿Beneficiosas o perjudiciales?	6, 7 y 8
Sesión 11	Resolución de dudas				

6.8. Recursos educativos

Los recursos educativos esenciales para la impartición y puesta en práctica de la unidad didáctica diseñada se muestran a continuación agrupados en materiales, bibliográficos, tecnologías de la información y comunicación y humanos.

Materiales: aula ordinaria de clase, aula de informática, pizarra.

Bibliográficos: Libro de texto, publicaciones de divulgación científica.

Tecnologías de la información y la comunicación (TICs): Vídeos, cañón proyector, ordenador de profesor con conexión a internet, ordenadores para alumnos con conexión a internet, Drive de clase.

Humanos: docente de la asignatura, personal laboral del centro, familias de estudiantes, alumnos.

6.9. Atención a la diversidad

Como ya se ha citado anteriormente, la diversidad en el aula para el que se plantea la presente unidad didáctica es muy reducida. Todos los estudiantes muestran una actitud ejemplar en las clases, prestan atención, toman apuntes y buscan siempre obtener los mejores resultados posibles. A pesar de ello y como es natural, el ritmo de aprendizaje de cada alumno es distinto a consecuencia de sus diferentes capacidades, conocimientos previos, motivaciones e intereses, de manera que adaptar las clases al ritmo de cada integrante del grupo se plantea como algo esencial para ofrecer las mismas oportunidades de aprendizaje a la totalidad de los estudiantes que conforman la clase.

En relación al alumno dedicado de forma profesional al deporte, a pesar de su buena actitud, las repetidas faltas a las clases y el poco tiempo que tiene para estudiar hacen que no llegue a comprender del todo lo explicado en clase. Por este motivo y para su caso en particular, se

plantean una serie de actividades de refuerzo que ayuden al alumno a repasar conceptos que no haya podido repasar en casa y que le faciliten conseguir los objetivos marcados en la unidad (dejar más tiempo para acabar las actividades, permitir repetir el examen si no ha podido acudir por competiciones o entrenamientos, asegurarse de que entiende los conceptos tratados en las clases teóricas, preguntarle mucho en clase, etc.).

A excepción de dicho caso particular, no existe en el grupo ningún otro alumno con problemas por lo que no se hace necesario plantear ningún tipo de adaptación curricular. En el caso de que existieran situaciones personales específicas que llevaran a ritmos de aprendizaje diferentes, el docente adaptará las actividades planteadas haciéndolas más sencillas en el caso de alumnos que expresen problemas académicos o más complicadas a aquellos alumnos aventajados. Si las diferencias son demasiado apreciables, el docente cambiará las actividades propuestas en la unidad por actividades de refuerzo o ampliación que se adapten a la situación del alumno en concreto y se evaluarán exactamente igual a las actividades de desarrollo planteadas inicialmente en la unidad.

6.10. Evaluación

Con el fin de determinar si los alumnos superan o no los objetivos planteados se diseña la evaluación de la presente unidad didáctica en base a una serie de instrumentos y criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y criterios de calificación. Además se añade una evaluación de la propia práctica docente.

Instrumentos de evaluación

Se plantea la utilización de diferentes instrumentos de evaluación con el objetivo de desarrollar una evaluación continua, flexible y adaptada para cada tipo de actividad.

En la tabla 5 aparecen representados los instrumentos a emplear para cada tipo de actividad diseñada.

Tabla 5. Instrumentos de evaluación correspondientes a cada actividad planteada.

Tipo de actividad	Instrumento de evaluación
Actividad de motivación/conocimientos previos: “Comprueba lo que sabes”.	Cuestionario rellenado por cada grupo (Anexo 1) + Observación de comportamientos y participación.
Actividades de síntesis 1 y 2.	Revisión de respuestas a las actividades propuestas.
Visualización de videos.	Observación de comportamientos y participación en Cuestionario oral tras la visualización del video.
Trabajos cooperativos de análisis de publicaciones de divulgación científica.	Revisión de preguntas planteadas + Observación de actitudes de cada participante del grupo.
Actividad de desarrollo “La expresión del mensaje genético”.	Revisión de fichas individuales.
Actividades de investigación individual.	Observación de conocimiento sobre el tema por el alumno y expresión oral y gesticular.
Debate público.	Observación de participación, conocimientos y actitudes sociales.
Examen escrito.	Revisión de respuestas a preguntas del examen.

Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje

Con el objetivo de poder obtener una calificación mediante el uso de los instrumentos de evaluación planteados en el apartado anterior es necesario tener en cuenta una serie de criterios de evaluación y estándares de aprendizaje marcados por la ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo.

Los criterios y estándares relativos a la unidad didáctica diseñada se recogen en la Tabla 6.

Tabla 6. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje.

Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
1. Analizar el papel del ADN como portador de la información genética.	1.1. Describe la estructura y composición química del ADN, reconociendo su importancia biológica como molécula responsable del almacenamiento, conservación y transmisión de la información genética.
2. Distinguir las etapas de la replicación diferenciando los enzimas implicados en ella.	2.1. Diferencia las etapas de la replicación e identifica los enzimas implicados en ella.
3. Establecer la relación del ADN con la síntesis de proteínas.	3.1. Establece la relación del ADN con el proceso de la síntesis de proteínas.
4. Determinar las características y funciones de los ARN. Conocer las leyes de transmisión del código genético y aplicarlas a la resolución de problemas de genética molecular.	4.1. Diferencia los tipos de ARN, así como la función de cada uno de ellos en los procesos de transcripción y traducción. 4.2. Reconoce las características fundamentales del código genético aplicando dicho conocimiento a la resolución de problemas de genética molecular.
5. Elaborar e interpretar esquemas de los procesos de replicación, transcripción y traducción e identificar los principales enzimas de estos procesos.	5.1. Interpreta y explica esquemas de los procesos de replicación, transcripción y traducción. 5.2. Resuelve ejercicios prácticos de replicación, transcripción y traducción, y de aplicación del código genético. 5.3. Identifica, distingue y diferencia los enzimas principales relacionados con los procesos de transcripción y traducción.
6. Definir el concepto de mutación distinguiendo los principales tipos y agentes mutagénicos.	6.1. Describe el concepto de mutación estableciendo su relación con los fallos en la transmisión de la información genética. 6.2. Clasifica las mutaciones identificando los agentes mutagénicos más frecuentes.
7. Contrastar la relación entre mutación y cáncer.	7.1. Asocia la relación entre la mutación y el cáncer, determinando los riesgos que implican algunos agentes mutagénicos.
8. Reconocer la importancia de la mutación y la recombinación en la evolución de los seres vivos.	8.1. Ilustra la relación entre mutación y recombinación, el aumento de la diversidad y su influencia en la evolución de los seres vivos.

Criterios de calificación

Evaluando cada actividad planteada mediante la utilización de los instrumentos de evaluación descritos y en base a los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje marcados se establece una puntuación global a cada alumno.

Cada actividad será puntuada del 1 al 10 y los porcentajes en relación al peso total de cada una de ellas en la nota global de la unidad pueden observarse en la Tabla 7. Cabe destacar que

la actividad de motivación/conocimientos previos será evaluada pero no calificada, en base a que solamente es empleada por el profesor como referencia en relación a los conocimientos previos de los alumnos y el establecimiento del punto de partida de la unidad. Además, es necesario citar que el examen escrito no se realizará únicamente de la unidad didáctica diseñada en el presente documento sino que también incluirá preguntas de la siguiente unidad. De esta forma, para la aplicación del porcentaje correspondiente al examen escrito dentro de la presente unidad se tendrán en cuenta únicamente las preguntas referentes a la misma que aparezcan incluidas en dicha prueba escrita. Las preguntas del examen serán similares a las establecidas en la prueba de autoevaluación (Anexo 11).

Tabla 7. Criterios de calificación.

Tipo de actividad	Criterio de calificación
Actividades de síntesis 1 y 2.	10%
Visualización de videos y Actividad de desarrollo "La expresión del mensaje genético".	5%
Trabajos cooperativos de análisis de publicaciones de divulgación científica.	15%
Actividades de investigación individual.	10%
Debate público	10%
Examen escrito	50%

Evaluación de la propia práctica docente

Para evaluar la propia práctica docente y establecer cambios y mejoras futuras en el planteamiento de las clases, al final de cada actividad el profesor formulará una serie de preguntas a los alumnos en relación a la misma tales como:

- ¿Te ha parecido interesante la actividad?
- ¿Te gustaría repetir una actividad similar?
- ¿Has conseguido afianzar o aprender nuevos conceptos con la actividad?
- ¿La actividad te ha resultado aburrida?
- ¿Encuentras algún tipo de utilidad a esta actividad?
- ¿Qué actividad propondrías para trabajar los mismos conceptos?

7. CONCLUSIONES

En el presente documento se plantea una propuesta de organización didáctica en relación al tema de genética molecular o química de la herencia. Planificar el conjunto de metodologías y actividades y organizarlas en el tiempo y en el espacio se trata de un proceso complicado que requiere de tiempo y reflexión a consecuencia de que una organización de las clases es esencial para la consecución de los objetivos marcados pero, a su vez, la planificación ha de

ser flexible para adaptarse a los posibles cambios inesperados ocurridos en el ámbito escolar o las necesidades específicas de cada alumno.

Si bien el fin último de la unidad es lograr que los estudiantes desarrollen un aprendizaje significativo de conceptos en relación a la genética molecular, con las actividades planteadas a su vez se intenta fomentar una serie de aspectos transversales tales como la participación activa, el interés por la ciencia y la investigación, el trabajo en equipo, la autonomía en la toma de decisiones, el diálogo, el respeto por las opiniones de los demás o la iniciativa propia.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libros

Curtis, H., Barnes, N. S., Schnek, A. y Flores, G. (2006). *Invitación a la Biología*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana S.A.

Feduchi, E., Blasco, I, Romero, C., Yáñez, E. (2010). *Bioquímica. Conceptos esenciales*. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana S.A.

Jimeno, A, Ballesteros, M. y Ugedo, L. (2000). *Biología Bachillerato 2*. Madrid, España: Grupo Santillana de Ediciones S.A.

Quevedo, A. (1996). *Genes en tela de juicio*. Madrid: España: McGraw Hill S.A. / Interamericana de España.

Sanmartí, N. (2000). Capítulo 10: El diseño de unidades didácticas. En Perales, F. J. y Cañal, P., *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy, España: Editorial Marfil, S.A.

Sanz, M. (2016). *Inicia Dual Biología 2º Bachillerato*. Madrid, España: Oxford University Press España S.A.

Artículos

Banet, E. y Ayuso, E. (1995). Introducción a la genética en la Enseñanza Secundaria y Bachillerato: I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias* 13 (2): 137 – 153.

Beardsley, T. (1991). Tendencias en Biología: Genes inteligentes. *Investigación y ciencia*, octubre (181): 76 - 85.

García, A. y Garritz, A. (2006). Desarrollo de una unidad didáctica: El estudio del enlace químico en el Bachillerato. *Enseñanza de las ciencias* 24 (1): 111 – 124.

Hernández, S. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento* 5 (2): 26 – 35.

Íñiguez, F. J. y Puigcerver, M. (2013). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 10 (3): 307 – 327.

Wayt, W. (2004). El genoma oculto. *Investigación y ciencia*, enero (328): 6 – 13.

Videos

Allah, B. (2017). Experimento de Hershey y Chase.

Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=TtYInYobbGw>. Última consulta: 22/05/2018.

Aprendiz de medicina (2013). Replicación del ADN (Español).

Recuperado de <http://inicia.oupe.es/bi2b1601>. Última consulta: 22/05/2018.

Leiva, A. (2012). Síntesis de proteínas – Traducción.

Recuperado de <http://inicia.oupe.es/bi2b1701>. Última consulta: 22/05/2018.

Páginas web

Díez, E.J. (2018). Las unidades didácticas. Área didáctica y Organización educativa. Universidad de León.

Recuperado de <http://educar.unileon.es/Antigua/Didactic/UD.htm>. Última consulta: 22/05/2018.

Instituto Nacional de Estadística (2018). Cifras oficiales de población por municipios y sexos.

Recuperado de <http://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=2904>. Última consulta: 22/05/2018.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2018). El currículo en Primaria, ESO y Bachillerato. Competencias clave.

Recuperado en <https://www.mecd.gob.es/educacion/mc/lomce/el-curriculo/curriculo-primaria-eso-bachillerato/competencias-clave/competencias-clave.html>. Última consulta: 22/05/2018.

Legislación

- Estatal

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa.

Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

- Autonómica

ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León.

RESOLUCIÓN de 7 de abril de 2015, de la Viceconsejería de Función Pública y Modernización, por la que se convocan procedimientos selectivos de ingreso y acceso a los cuerpos de profesores de enseñanza secundaria, profesores técnicos de formación profesional, profesores de escuelas oficiales de idiomas, profesores de música y artes escénicas y profesores de artes plásticas y diseño, así como procedimiento para la adquisición de nuevas especialidades por los funcionarios de los mencionados cuerpos.

9. ANEXOS

Anexo 1: “Comprueba lo que sabes”

Las respuestas correctas aparecen marcadas en color verde.

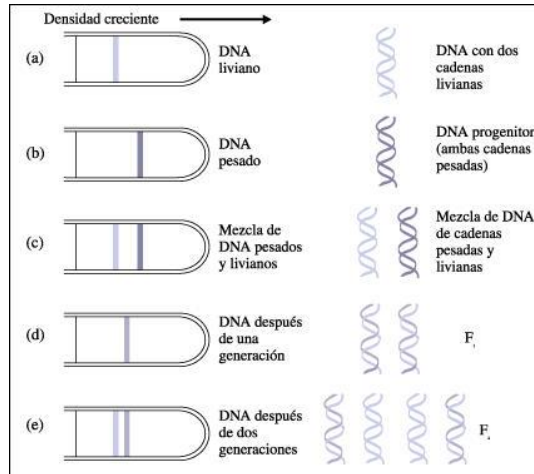
1. Elige la respuesta correcta:
 - a. Todos los seres vivos están formados por células, pero solo los seres humanos poseen genes y cromosomas.
 - b. Todos los seres vivos están formados por células y poseen genes y cromosomas.
 - c. No todos los seres vivos están formados por células.
2. Elige la respuesta correcta:
 - a. Todas las células de un mismo organismo contienen idéntica información hereditaria con independencia de las funciones que desempeñen.
 - b. Cada célula de un mismo organismo posee una información hereditaria diferente, asociada a la función que desempeña.
 - c. En un organismo existen grupos de células con igual información hereditaria entre ellas pero diferente a la del resto de grupos.
3. Proceso que permite la transmisión de información hereditaria idéntica de célula a célula:
 - a. Mitosis
 - b. Meiosis
 - c. Asociación
4. Respecto a los cromosomas:
 - a. Todos los seres vivos poseen el mismo número de cromosomas.
 - b. Diferentes individuos de una misma especie poseen un número distinto de cromosomas.
 - c. Todos los individuos pertenecientes a la misma especie poseen el mismo número de cromosomas.
5. La meiosis se trata de:
 - a. Un proceso que permite la constancia cromosómica en las especies y es esencial en la formación de los gametos.
 - b. Un proceso esencial para la formación de óvulos, todos ellos idénticos.
 - c. Un proceso esencial para la formación de espermatozoides, todos ellos idénticos.
6. Elige la afirmación correcta:
 - a. La información hereditaria sólo se encuentra en las células sexuales.
 - b. La información hereditaria se encuentra en todas las células que componen el organismo.
 - c. La información hereditaria se encuentra sólo en algunas de las células que componen el organismo.
7. Los factores ambientales:
 - a. Tienen más influencia que los factores hereditarios en la aparición de caracteres.
 - b. Tienen menos influencia que los factores hereditarios en la aparición de caracteres.
 - c. Tienen igual influencia que los factores hereditarios en la aparición de caracteres.
8. Escoge la afirmación correcta:
 - a. Todas las células del cuerpo humano poseen 23 pares de cromosomas (un total de 46).
 - b. Todas las células del cuerpo humano poseen 23 pares de cromosomas (un total de 46), excepto óvulos y espermatozoides que poseen solamente 23 cromosomas.
 - c. Cada célula del cuerpo humano posee un número distinto de cromosomas.
9. Respecto a los cromosomas sexuales:
 - a. Sólo se encuentran en los gametos.
 - b. En un principio se encuentran en los gametos, pero tras la fecundación, mitosis y meiosis se distribuye su información por todas las células que componen el organismo.
 - c. Los organismos vivos no poseen cromosomas sexuales.
10. ¿Qué nombre recibe la molécula portadora de la información genética?
 - a. ARN
 - b. ADN
 - c. Proteína

11. Respecto al material genético:
 - a. Es igual en todos los tipos de células.
 - b. Presenta diferencias entre células eucariotas y procariotas.
 - c. Presenta diferencias entre las células que componen un mismo organismo.
12. El proceso que permite que las células de un organismo conserven el material genético generación tras generación recibe el nombre de:
 - a. Expresión.
 - b. Transcripción.
 - c. Replicación o duplicación.
13. Gracias al proceso de replicación:
 - a. Tras la duplicación quedan dos hebras antiguas y dos hebras nuevas formando una doble hélice.
 - b. A partir de una hebra de ADN se generan 2 nuevas moléculas formadas, cada una, por una hebra vieja y otra nueva.
 - c. Se generan nuevas hebras formadas por fragmentos distintos de ADN antiguo y ADN recién sintetizado.
14. Proceso por el que el mensaje genético da las instrucciones necesarias a la célula para que se produzcan las características biológicas:
 - a. Traducción.
 - b. Transcripción.
 - c. Expresión del mensaje genético.
15. El papel que desempeña el ARN es:
 - a. Lleva hasta los ribosomas el orden de los nucleótidos transcritos del ADN.
 - b. Acopla los aminoácidos según el código genético.
 - c. Contiene la maquinaria enzimática necesaria para unir los aminoácidos en el orden prescrito.
 - d. Todas son correctas.
16. La regulación de la acción de los genes para que su acción se manifieste en el momento y la forma adecuados tienen lugar durante el proceso de:
 - a. Replicación.
 - b. Traducción.
 - c. Transcripción.

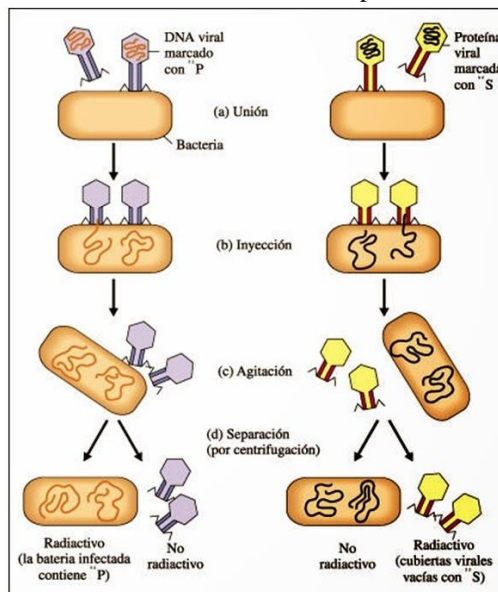
Anexo 2: Actividad de síntesis 1

1. Esquematiza de la forma más simple posible los experimentos de Meselson-Stahl y de Hershey-Chase. Indica lo que se demostró en cada caso

Respuesta:

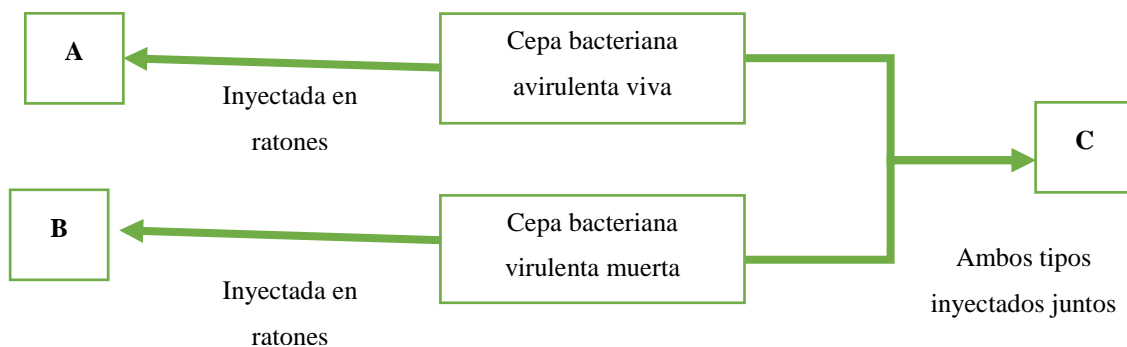


Meselson y Stahl demostraron claramente que la forma de replicarse el ADN era el que precedía la hipótesis semiconservativa pues de otra forma no se obtendrían las bandas de posición intermedia.



El experimento de Hershey-Chase resultó definitivo para dilucidar si dicho material genético era ADN o proteínas, como se creyó durante un tiempo. Como el marcaje siempre se localiza en el ADN, esta es la molécula que constituye el material genético.

2. El esquema representa la síntesis de los experimentos que realizó Griffith (1920) para investigar la naturaleza del material hereditario.



a) Indica, tanto en A como en B y en C, si los ratones murieron o vivieron.

Respuesta

Griffith, al experimentar con la cepa de bacterias de neumonía de los ratones, descubrió que había un factor, al que llamó factor transformante, que era capaz de pasar de las bacterias muertas virulentas a la cepa de bacterias vivas no virulentas cuando estaban en contacto y las transformaba en virulentas.

En A, los ratones viven porque la cepa de bacterias de neumonía no es virulenta.

En B, los ratones viven porque las bacterias, aunque virulentas, están muertas.

En C, los ratones mueren porque la información genética de las bacterias virulentas muertas ha pasado a las bacterias avirulentas vivas y las ha transformado.

b) Explica cuáles fueron las deducciones de Griffith a la vista de los resultados que obtuvo

Respuesta

Dedujo que ese factor transformante era alguna molécula de la bacteria que tenía una información genética y que era activa, aunque la célula que la contenía estuviera muerta. Posteriormente Avery, McCarty y MacLeod dedujeron que ese factor transformante era el ADN.

3. Desde el comienzo de la búsqueda de la molécula que contenía la información genética en los seres vivos se pensó en dos macromoléculas: las proteínas y el ADN. ¿Por qué no se incluyó en las investigaciones a los polisacáridos?

Respuesta

Se había descubierto que había una relación entre los cromosomas y la herencia. Además se sabía que los cromosomas estaban formados de ácidos nucleicos y proteínas de forma que la molécula que contenía la información genética tenía que ser o un ácido nucleico o una proteína.

4. Completa el siguiente cuadro referido a las características del materia genético:

	Procariontas	Eucariotas
Localización	Citoplasma	Núcleo
Presencia de histonas	No	Sí
Presencia de intrones	No	Sí
ADN repetitivo	No	Sí

5. Después de estudiar la existencia de intrones en el material genético de varios virus, se obtuvo el siguiente resultado:

Tipo de virus	Intrones
Virus de eucariotas (con ADN)	Sí
Virus de eucariotas (con ARN)	No
Bacteriófagos (con ADN)	No

A partir de estos datos, ¿qué conclusiones puedes extraer sobre el posible origen de los virus?

Respuesta

Los intrones son fragmentos de ADN existentes en el genoma de los eucariotas, que no llevan información para la síntesis de proteínas y están intercalados entre los segmentos (exones) codificadores. Los intrones no existen en los procariontas. Como se observa en los datos del enunciado, solamente el ADN de virus de células eucariotas lo poseen. De lo anterior se deduce que los virus se han originado a partir de fragmentos de ácidos nucleicos que se han hecho autónomos, aunque conservan las características de estos.

6. La propuesta original de Watson y Crick para la replicación del ADN precedía la síntesis continua de las cadenas de ADN. ¿Cómo y por qué este concepto se ha modificado en los años posteriores?

Respuesta

Cuando se averiguó el mecanismo de acción de la ADN polimerasa, se dedujo que la síntesis de las nuevas cadenas solo era continua en una de las hebras. La otra tiene que formarse en fragmentos debido a que solamente puede unir nucleótidos en sentido $5' \rightarrow 3'$.

7. ¿A qué se llama ARN cebador? ¿Cómo se sintetiza?

Respuesta

El ARN cebador es una cadena corta de ARN necesaria para que pueda comenzar la síntesis de ADN, la ADN polimerasa III, pues esta enzima solo puede añadir nucleótidos sobre el extremo $3'$ libre de una cadena

nucleotídica previa. La síntesis del ARN cebador se realiza por la acción de la enzima primasa, que sintetiza ARN utilizando ADN como molde.

8. ¿Qué es una burbuja de replicación? ¿Y una horquilla de replicación?

Respuesta

Se denomina burbuja de replicación a la zona donde las dos hebras de ADN se separan para realizar la replicación. Cada uno de sus extremos constituye una horquilla de replicación donde esta se está llevando a cabo, pues el proceso es bidireccional.

9. ¿Cómo se produce la corrección de errores posreplicativa?

Respuesta

Una vez que la replicación ha concluido, hay que corregir los errores producidos, para lo cual existen varias enzimas endonucleasas que localizan los errores y cortan la cadena, exonucleasas que eliminan el trozo erróneo, ADN polimerasas que forman ADN correcto en sustitución del eliminado y ADN ligasas que unen el nuevo fragmento a la cadena.

10. Describe las funciones de la ADN helicasa, proteínas SSB, ADN girasa y ADN ligasa durante la replicación en las bacterias.

Respuesta

La helicasa separa las dos hebras de ADN al romper los enlaces de hidrógeno entre las bases nitrogenadas complementarias.

Las proteínas SSB (proteínas estabilizadoras de la cadena sencilla) mantienen separadas las dos hebras tras la acción de las topoisomerasas.

La girasa (topoisomerasa II), corta las dos hebras de ADN tras la acción de la helicasa, para aliviar tensiones.

Las ligasas unen los fragmentos de Okazaki, tras la eliminación de los ERN cebadores.

11. ¿Por qué es importante en la reparación del apareamiento erróneo que la célula distinga las cadenas parentales de las cadenas nuevamente sintetizadas? ¿Cómo se lleva a cabo este proceso?

Respuesta

Si no hubiera una distinción entre la cadena recién sintetizada y la parental, las enzimas reparadoras podrían cambiar las bases de esta última en lugar de las de la nueva.

Para evitarlo, se lleva a cabo la metilación de las adeninas, únicamente cuando ha pasado un cierto tiempo. Por ello, cuando actúan las enzimas reparadoras, aún no se ha producido este proceso y se corrigen los errores de la cadena que no tiene las adeninas metiladas.

12. Imagina que queremos imitar el proceso de replicación del ADN in vitro. Para ello disponemos de todas las moléculas necesarias excepto algunas de ellas. Explica qué ocurriría si faltara:

a) ADN polimerasa I

Respuesta

No se podrían eliminar los ARN cebadores ni sintetizar ADN en los huecos donde estaban estos.

b) Uracilo.

Respuesta

No habría ningún problema pues el uracilo no existe en el ADN.

c) Topoisomerasas.

Respuesta

No se podrían eliminar las tensiones creadas en la doble cadena de ADN, tras la separación de las dos hebras por acción de la helicasa.

d) ADN ligasa.

Respuesta

No se podrían unir los fragmentos de Okazaki, tras la eliminación de los ARN cebadores.

13. Existen mutantes de *Escherichia coli* que tienen una ADN ligasa defectuosa. Cuando se añade timidina tritiada al medio de cultivo durante varias generaciones y se extrae el ADN, se observan dos bandas distintas, una de moléculas con alta masa molecular y otra con una masa molecular baja. ¿Cómo explicas este resultado?

Respuesta

Cuando no actúa la enzima ADN ligasa no pueden unirse los fragmentos de Okazaki y por ello la cantidad de ADN será menor ya que una parte del nuevo ADN no puede sintetizarse.

14. Relaciona cada uno de los conceptos con su definición:

1. Primasa.
2. Endonucleasa.
3. ADN ligasa.
4. Exonucleasa.
5. ADN polimerasa.
 - a) Enzima que une extremos fosforilo 5' de ADN con hidroxilos 3' libres.
 - b) Enzima que hidroliza ADN a partir de uno de sus extremos.
 - c) Enzima polimerasa de ARN dirigida por ADN que no necesita cebador.
 - d) Enzima que une desoxirribonucleótidos y necesita molde de ADN y cebador.
 - e) Enzima que corta al ADN por enlaces fosfodiéster internos.

Respuesta

- 1 → c)
- 2 → e)
- 3 → a)
- 4 → b)
- 5 → d)

15. En la replicación de una molécula de ADN de doble hebra, y después de tres ciclos de replicación, ¿cuántas hebras de nueva síntesis habrán aparecido? Razona tu respuesta.

Respuesta

En el primer ciclo de replicación se forman $2^2 = 4$ hebras, es decir, dos moléculas.

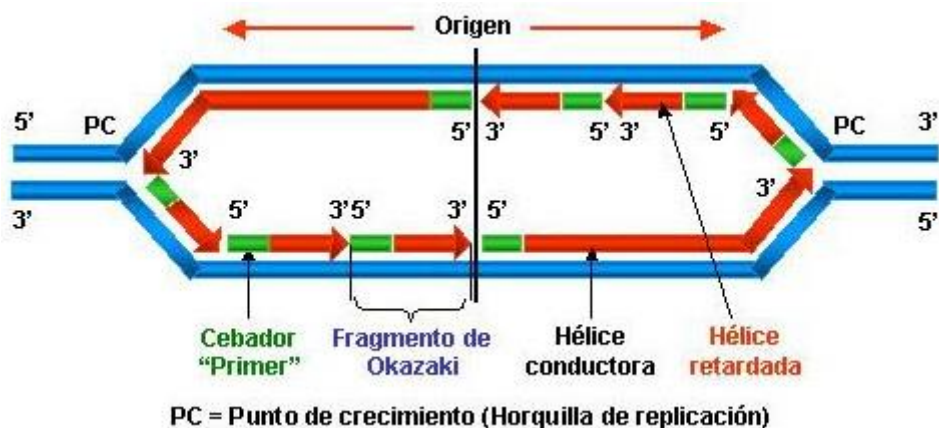
En el segundo ciclo, cada hebra da origen a otra, $2^3 = 8$ hebras, es decir, 4 moléculas.

En el tercer ciclo de replicación, cada una de esas 8 moléculas da origen a otras 8 moléculas formadas cada una por dos hebras, $2^4 = 16$. Pero a estas 16 hebras habrá que restar las dos de la molécula inicial, las cuales, como la replicación es semiconservativa, se conservan desde el primer ciclo. Luego la respuesta a cuántas hebras nuevas aparecen después de 3 ciclos de replicación es $16 - 2 = 14$.

16. Dibuja un diagrama que represente una molécula de ADN sujeta a replicación donde se muestre:

1. Cadenas líderes (conductoras) y retrasadas (retardadas).
2. Polaridad de las mismas.
3. Fragmentos de Okazaki.
4. Cebadores de ARN.

Respuesta



a) Explica qué significa que la replicación del ADN es bidireccional y semiconservativa.

Respuesta

Se dice que la replicación del ADN es bidireccional porque avanza en ambas direcciones de la molécula de ADN, y se dice que es semiconservativa porque al final de la replicación cada molécula está formada por una hebra de la molécula original y otra nueva.

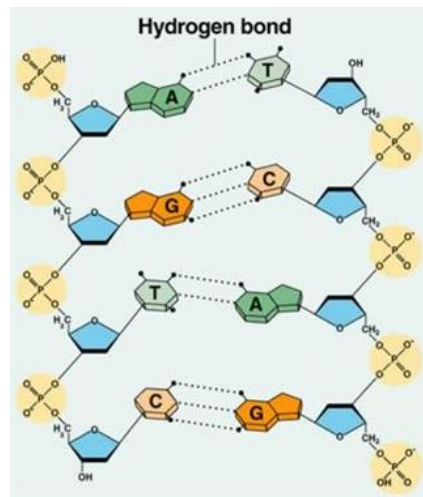
b) Cita dos funciones de la ADN polimerasa I.

Respuesta

La ADN polimerasa I elimina los ARN cebadores y rellena huecos con desoxirribonucleótidos.

17. Dibuja un esquema en el que representes un ADN de doble hebra indicando claramente la localización de cada uno de los grupos moleculares que los componen, así como la posición de los dos extremos 3' y los dos 5', respectivamente.

Respuesta



18. ¿En qué orden actúan las enzimas que corrigen errores posreplicativos?

- a) Exonucleasa → endonucleasa → polimerasa → ligasa.
- b) Endonucleasa → exonucleasa → polimerasa → ligasa.
- c) Exonucleasa → polimerasa → endonucleasa → ligasa.
- d) Endonucleasa → exonucleasa → ligasa → polimerasa.

Respuesta

b)

19. Señala tres diferencias entre el proceso de replicación que llevan a cabo las células procariontas y las células eucariotas.

Respuesta

	Procariontas	Eucariotas
Origen de replicación	Único	Múltiple
Síntesis de histonas	No	Sí
ADN polimerasas	3	5

20. ¿En qué fase del ciclo celular ocurre la replicación del ADN? ¿Puede una célula entrar en mitosis sin haber pasado por la replicación? ¿Por qué? ¿Cuál es la razón por la que las células hijas resultantes de una mitosis son totalmente idénticas?

Respuesta

La replicación del ADN ocurre durante la interfase, concretamente en el período S.

Normalmente una célula no puede entrar en mitosis sin que haya pasado por la replicación, pero hay un caso en el que sí lo hace y es en la interfase que hay entre la mitosis I y II de la meiosis. El objetivo de esto es reducir a la mitad el número de moléculas (cromosomas) de las células que van a ser los gametos.

Las dos células resultantes de la mitosis son genéticamente idénticas, esto es, tienen exactamente el mismo número y clase de cromosomas o de ADN. Esto es así porque la replicación de esta molécula origina dos moléculas hijas iguales.

Anexo 3: Video “Experimento de Hershey y Chase”

Visita el siguiente enlace web y responde a las preguntas que se plantean.

<https://www.youtube.com/watch?v=TtYInYobbGw>

Actividades

1. ¿Cuántas fases tuvo el experimento descrito? ¿En qué se diferenciaron?

El experimento de Hershey y Chase consta de dos fases. En la primera se emplearon fagos que habían sido cultivados en un medio con S^{35} . En la segunda se utilizaron fagos desoxirribonucleótidos marcados con P^{32} .

2. ¿Qué se observó en el primer caso?

Que la radioactividad no se presentaba en el interior de la bacteria parasitada.

3. ¿Por qué este experimento demostró que el material genético es el ADN y no las proteínas?

Porque los fagos solo introducen el ADN en la bacteria mientras que las proteínas de la cápsida queda fuera. El S^{35} solo se encuentra en algunos aminoácidos de las proteínas y no apareció radiactividad en el interior de la bacteria. Además al emplear P^{32} que se encuentra en el ADN sí se observó radiactividad en los nuevos fagos formados.

Anexo 4: Artículo divulgación científica “El genoma oculto”

Hace unos veinte años, los astrónomos estaban convencidos de que la rotación de las galaxias no se podía explicar sólo a partir de las leyes de la gravedad y la posición de los cuerpos celestes. Poco a poco empezaron a admitir que el universo no estaba tan vacío como parecía, sino que debía contener algún tipo de materia oscura.

Aunque se desconocían su composición química y su funcionamiento, no faltaban indicios de su existencia. La investigación de la materia oscura y, más recientemente, la energía oscura obligó a revisar teorías admitidas; incluso a sustituirlas. Al propio tiempo, sin embargo, se dio un nuevo impulso a la astrofísica y la cosmología.

Un fenómeno parecido comienza ahora a producirse en la genética molecular. En 2003 se celebró el quincuagésimo aniversario del descubrimiento de la doble hélice; el Proyecto Genoma Humano anunció también la terminación del borrador de la secuencia del ADN de Homo sapiens. Se había logrado domeñar el ADN in vitro. Eso se creía. Sin embargo, cuando se compara el genoma de especies sin parentesco próximo y se escudriña el funcionamiento de los cromosomas in vivo, se observan fenómenos inexplicables en el marco de las teorías vigentes.

Las revistas y los congresos científicos han empezado a hacerse eco de nuevos datos que contradicen la idea aceptada de que los genes, segmentos de ADN que codifican proteínas, constituyen la única fuente de herencia y encierran los planos de la vida. Del mismo modo en que la materia oscura influye sobre el destino de las galaxias, el genoma oculto ejerce un control del desarrollo y de los rasgos distintivos de los organismos, desde las bacterias hasta el hombre. El genoma contiene mucho más que genes codificadores de proteínas.

Nos hallamos muy lejos de conocer el alcance de ese genoma oculto. Sí sabemos que existen al menos dos capas de información, además de los genes tradicionales. Una de ellas está entrelazada con el ADN intergénico, las vastas secuencias no codificadoras que interrumpen y separan los genes. Desechadas durante largo tiempo por irrelevantes para la síntesis de proteínas, lo cierto es que muchas de estas secciones se han conservado, en su mayor parte intactas, en el transcurso de millones de años de evolución. Cabe, pues, suponer que desempeñarán algún papel indispensable para el organismo. De hecho, un elevado número de las mismas se transcriben en variedades de ARN que realizan funciones muy diversas. Hay incluso quienes sospechan que las diferencias entre individuos de la misma especie, o incluso entre especies, se originan en las variaciones de ese ADN redundante, o «chatarra» por usar el vulgarrismo al uso.

Más allá de la secuencia de ADN, existe en los cromosomas otra capa de información harto más maleable. Las marcas epigenéticas, incrustadas en una mezcla de proteínas y metabolitos, rodean, apoyan y se unen al ADN. Operan a través de códigos crípticos y mecanismos desconocidos. A diferencia de los genes, la señales epigenéticas se asientan, se borran y se reescriben en instantes. Por tanto, mientras que las mutaciones genéticas persisten durante toda una vida, los errores epigenéticos, implicados en una lista creciente de patologías, pueden revertir mediante fármacos.

Se están ensayando ya ciertos tratamientos basados en esta estrategia para pacientes de leucemia. Como afirma Carmen Sapienza, de la Universidad de Temple, aumenta el convencimiento de que lo que puede ocurrir en el genoma, termina por suceder. Sapienza comenzó a investigar los fenómenos epigenéticos cuando nadie les prestaba particular atención, por considerárseles anomalías menores.

W.WAYT GIBBS

«El genoma oculto» en Investigación y Ciencia, enero de 2004

Actividades

1. ¿Qué diferencia al ADN redundante o «chatarra» de los intrones?

El ADN redundante es aquel que posee secuencias nucleotídicas repetidas muchas veces y que se sitúan en posiciones intergénicas. En cambio, los intrones son secuencias intragénicas no codificantes y no repetitivas.

2. ¿Qué conclusiones puedes extraer de este texto con respecto a las teorías y dogmas científicos?

Una de las características básicas de la ciencia es que ningún dogma o teoría tienen carácter definitivo. Los nuevos descubrimientos pueden hacer cambiar conceptos firmemente aceptados. El verdadero científico está siempre abierto a nuevas ideas que pueden modificar conclusiones previamente elaboradas. Esto resulta fundamental en los avances científicos.

Anexo 5: Video “Replicación del ADN”

Visita el siguiente enlace web y responde a las preguntas que se plantean.

<http://inicia.oupe.es/bi2b1601>

Actividades

1. ¿Qué quiere decir que la replicación del ADN es semiconservativa?

Que cada una de las dos hebras del ADN original va a formar parte de las nuevas cadenas, sintetizándose «de novo» la hebra complementaria de cada una.

2. ¿Cuál es la función de las proteínas SSB?

Las proteínas SSB se encargan de mantener separadas las dos hebras separadas previamente por la helicasa.

3. ¿Por qué es imprescindible la enzima ARN primasa?

Porque la enzima ADN polimerasa III no puede empezar a unir nucleótidos si no hay una cadena polinucleotídica previa. La ARN primasa proporciona una corta cadena de ARN sobre la que irá añadiendo desoxirribonucleótidos la ADN polimerasa.

Anexo 6: Artículo divulgación científica “Manejando el material genético”

En 1945, el bioquímico británico Frederick Sanger trabajaba en el Laboratorio de Biología Molecular del Consejo de Investigaciones Médicas Británico (CIMB), en Cambridge, Reino Unido. «Era una suerte disfrutar de una posición estable en ese centro. No estaba sometido a la presión de publicar regularmente mis resultados. Eso me permitió atacar problemas que necesitaban un enfoque a largo plazo. Me gustaba la idea de ocuparme de algo que nadie estaba haciendo. Lo prefería a competir por ser el primero en publicar dentro de otro campo más frecuentado», explicó Sanger que en esos años se dedicaba a secuenciar proteínas.

La secuenciación es una técnica que permite determinar el orden de las unidades que forman una molécula. Secuenciar es para los genetistas lo mismo que deletrear para un niño. Tanto el escolar como el científico buscan reconocer el orden de las letras. La diferencia es que los investigadores que trabajan con genes, en la mayoría de los casos no saben lo que significa la palabra, y los niños sí. En un fragmento como AATCGTTTAGGCCTCTCAAGGG, la secuencia de izquierda a derecha sería adenina (A), adenina (A), timina (T), citosina (C)... y así hasta llegar a la última guanina (G), en el lugar 22.

Conocer el orden que ocupan las letras de una palabra puede parecer una tarea ridícula con 22 escasas letras. La dificultad crece si se trata de toda una página, digamos, unos cuantos miles de caracteres. Sanger trabajaba a mano y se enfrentaba a un largo collar de aminoácidos, que es lo que son las proteínas, formados por 20 tipos de cuentas diferentes, cuyo orden pretendía averiguar casi sin pistas. El engorro varía según de qué proteína se trate. La somatostatina, cuya purificación le valió el Premio Nobel al bioquímico norteamericano Roger Guillemin, consiste en una modesta cadena de Ala-Gly-Lys-Asp-Phe-Phe-Tyr-Lys-Tyr-Ser-Cys. Otras como el colágeno, la proteína más abundante entre los mamíferos, popularizada en anuncios de tratamientos infalibles contra las arrugas, tiene 1.052.

El bioquímico rompió la molécula con tripsina para obtener fragmentos más manejables. Luego separó los trozos de tamaños diferentes, equivalentes a distintas moléculas de aminoácidos. Lo hizo mediante cromatografía, una técnica de análisis químico que aprovecha la diferente velocidad de difusión de los compuestos, según el peso molecular, en una hoja de papel cuyo extremo se sumerge en un disolvente.

Otro método de separación utilizado fue la electroforesis, donde se promueve la migración de moléculas con un campo eléctrico. En ambas técnicas, la velocidad con que se desplazan las moléculas depende de su tamaño: las más pequeñas y ligeras aventajan a las mayores.

La experiencia de secuenciar proteínas animó a Sanger a investigar el ADN. En 1958, su contribución a la química de proteínas le había merecido el Premio Nobel, pero su vocación por el trabajo en el laboratorio no decayó. «De las tres actividades de los científicos: pensar, comunicar ideas y realizar experimentos, yo prefiero la última», afirmó en su autobiografía, que tituló «Secuencias, Secuencias, Secuencias».

Para secuenciar ADN, es decir, saber el orden de algo como AGTCTTGGACTGAACTACA, Sanger usó una estrategia inspirada en la síntesis enzimática de hebras de ADN en la célula, en la que una enzima ADN polimerasa coloca una a una las bases correspondientes en un molde o diana, a partir de un breve tramo de cadena doble o cebador. Por molde se puede tomar una hebra sencilla de las dos que forman la molécula funcional de ADN.

ALINA QUEVEDO

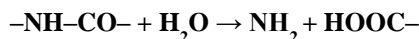
Genes en tela de juicio

McGraw Hill

Actividades

1. El autor se refiere a la tripsina. ¿Cuál es la acción química de esta enzima?

La tripsina, como todas las proteasas, rompe enlaces peptídicos existentes entre los aminoácidos de una proteína. El proceso es una hidrólisis:



2. ¿Para qué tipo de moléculas puede emplearse la técnica de la electroforesis?

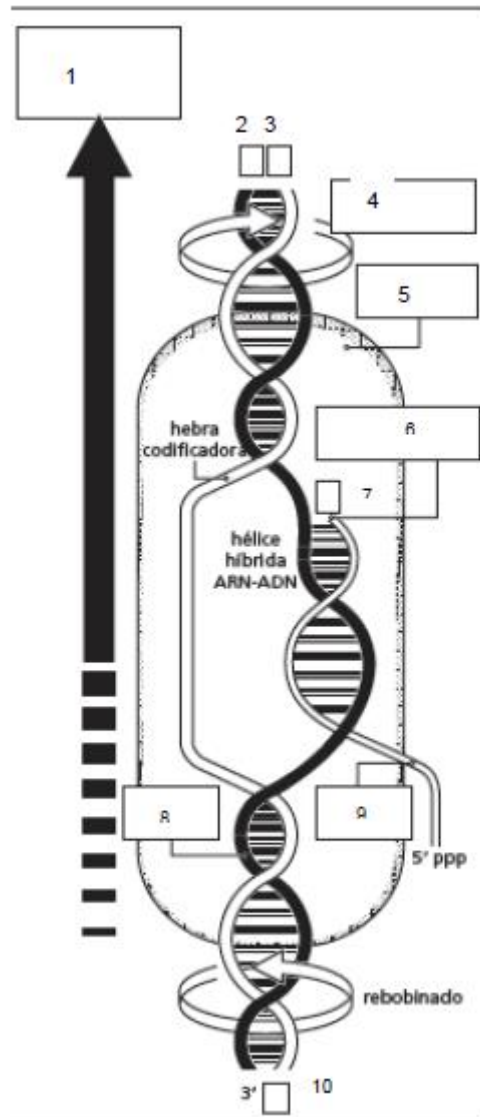
En esta técnica se aplica un campo eléctrico que provoca movimiento de moléculas. Para ello, estas moléculas deben tener carga eléctrica: proteínas o ácidos nucleicos a un pH adecuado.

3. ¿Cómo se consigue obtener una hebra sencilla a partir de la doble hélice del ADN?

Para separar las dos hebras de la molécula de ADN hay que calentar para romper así los enlaces de hidrógeno existentes entre las bases nitrogenadas complementarias. Es el proceso conocido como fusión.

Anexo 7: Actividad “La expresión del mensaje genético”

Completa el siguiente esquema. ¿A qué proceso corresponde?



El esquema corresponde al proceso de transcripción del ARN en procariotas.

1. Desplazamiento de la polimerasa.
2. 5'
3. 3'
4. Desenrollamiento
5. ARN polimerasa.
6. Punto de elongación
7. 3'
8. Hebra molde
9. ARN naciente
10. 5'

Anexo 8: Actividad de síntesis 2

1. **Elabora un texto breve en el que relaciones entre sí los siguientes términos: eucariotas, ADN, núcleo, transcripción, ARN mensajero, ARN transferente, ARN ribosómico, nucléolo, proteínas ribosómicas, poros nucleares, citoplasma, ribosomas, traducción, retículo endoplasmático rugoso y aparato de Golgi.**

Respuesta

Esta pregunta servirá para determinar la capacidad de asociación del alumno, su capacidad de síntesis y, además de sus conocimientos sobre las características generales de la célula, servirá para determinar su grado de expresión escrita. Será de confección libre.

2. Define:

- a) **Organizador nucleolar.**

Respuesta

Región del ADN con información para la síntesis de ARNr.

- b) **Factor sigma (δ).**

Respuesta

Subunidad de la ARN polimerasa que reconoce la región promotora del ADN, donde se debe fijar y comenzar la transcripción, en las células procariotas.

- c) **Factor rho (ρ).**

Respuesta

Proteína capaz de reconocer la señal de terminación de la transcripción en las células procariotas.

- d) **Cola poli-A.**

Respuesta

200 ribonucleótidos de adenina que se añaden al extremo 3' del ARN recién sintetizado en las células eucariotas.

3. **Enumera tres similitudes y tres diferencias en la transcripción llevada a cabo por las células procariotas y por las eucariotas.**

Respuesta

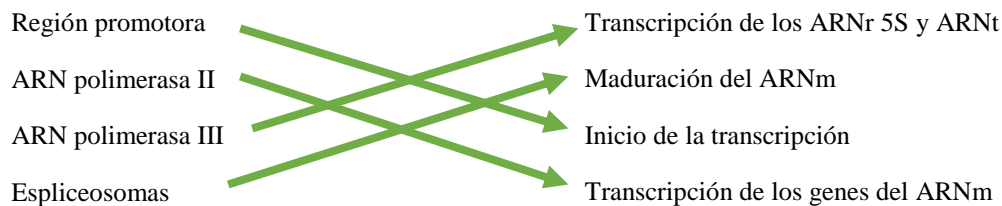
Similitudes:

- Se utilizan ribonucleótidos trifosfato.
- Se necesita una molécula de ADN como molde para poder establecer la secuencia específica de bases del ARN que se va a sintetizar.
- Se recorre la cadena de ADN en sentido 3' \rightarrow 5'.

Diferencias:

- En procariotas hay una sola ARN polimerasa y en eucariotas tres.
- El ARNm no necesita maduración en procariotas, pero sí es necesaria en eucariotas.
- En procariotas se realiza en el citoplasma mientras que en eucariotas se lleva a cabo en el núcleo.

4. **Relaciona cada término con su definición:**



5. **A partir de la siguiente secuencia de bases de un fragmento de un gen:**

5' TAT ATA CAA TTT 3'

3' ATA TAT GTT AAA 5'

- a) **Indica cuál será la secuencia de ARNm cuando se copia la cadena inferior de este fragmento e indica su polaridad.**

Respuesta

ARNm de la cadena inferior:

5' UAU AUA CAA UUU 3'

- b) Ayudándote de la tabla del código genético, escribe la secuencia de aminoácidos del polipéptido codificado por ese fragmento de gen e indica el extremo carboxilo y el amino.

Respuesta

El péptido será NH₂ – Tyr – Ile – Gln – Phe – COOH

- c) Si en el ADN se produjese una sustitución del par C – G por el par T–A, indica cómo se alterarían el ARN y la cadena polipeptídica.

Respuesta

Si el par C – G fuera sustituido por el par T – A, el triplete del ADN afectado sería ahora, en vez de GTT, el ATT, y el ARN tendría un codón UAA, que codifica el final de la cadena. Por lo tanto, el polipéptido se acabaría aquí.

- d) Explica qué significa que el código genético es degenerado.

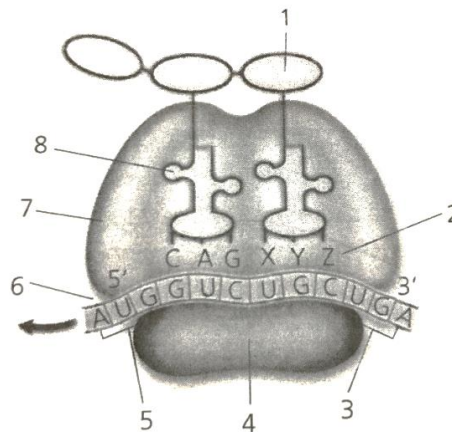
Respuesta

Es degenerado en el sentido matemático del término. Quiere decir que el número de señales codificadoras o codones en el ARNm no es el mismo que el número de aminoácidos que van a ser codificados. Hay aminoácidos codificados por uno, dos, tres o más codones y hay codones que no codifican aminoácidos. Esto no constituye una falta de precisión en el código, sino una salvaguarda ante posibles errores.

6. Completa el cuadro siguiente:

Codógeno	Codón	Anticodón	Aminoácido
GTA	GUA	UAC	Valina
TGA	AGU	--	FINAL
AAA o AAG	...	UUU o UUC	Lisina
	...	AUG	Tirosina
ACG	GCA	UGC	Treonina

7. La siguiente figura muestra un proceso esencial en la síntesis de proteínas:



- a) ¿De qué proceso se trata y en qué partes de la célula eucariota puede tener lugar?

Respuesta

El proceso indicado en la figura es la traducción en la síntesis proteica, que en la célula eucariótica tiene lugar en los ribosomas del retículo endoplásmico, en los de la matriz mitocondrial y en los del estroma de los cloroplastos.

- b) Identifica los elementos señalados con un número y escribe la secuencia representada por XYZ.

Respuesta

XYZ se trata del anticodón del codón UGC del ARNm. Está formado por las bases ACG.

- Aminoácido cisteína.
 - Z es la base nitrogenada citosina.
 - UGA es un codón de final de síntesis.
 - Es la unidad menor del ribosoma.
 - AUG es un codón de inicio que codifica para el aminoácido metionina.
 - Es el ARN mensajero que empieza con el nucleótido que tiene como base la adenina (siempre).
 - Unidad mayor del ribosoma.
 - ARN transferente.
- c) ¿En qué sentido será leído el elemento señalado con el número 6? ¿Cuál sería el primer aminoácido de la proteína sintetizada y por qué? ¿De qué dependerá el número de restos aminoácidos que contenga esa proteína?

Respuesta

En sentido 5' → 3'.

Metionina, porque es el aminoácido codificado por el codón de inicio 5' AUG 3'. En los procariontes sería formil metionina.

El número de restos aminoácidos de la proteína dependerá de la longitud del ARNm y de cuándo aparezca un codón de finalización o stop.

d) Explica brevemente en qué consiste la fase de terminación de la síntesis de proteínas.

Respuesta

Cuando el ribosoma llega a un lugar del ARNm donde hay un codón de terminación (UAA, UAG, UGA), en el sitio A del ribosoma no se coloca ningún ARNt y por lo tanto se acaba la síntesis. Intervienen unos factores de liberación que favorecen la liberación del péptido recién formado.

8. Nombra los tipos de ARN que intervienen en la traducción y explica la función de cada uno de ellos.

Respuesta

- ARNm. Mensajero. Su función es llevar la información genética desde la molécula de ADN hasta el ribosoma, donde el mensaje va a ser leído por este y servirá para la formación de una cadena polipeptídica. La secuencia de sus bases es la complementaria de una de las hebras de ADN, pero con ribonucleótidos.
- ARNt. Transferente. Es la molécula de ARN que se une a un determinado aminoácido y lo transporta hasta el ribosoma, donde se coloca en el lugar del ARNm en el que se encuentra el codón o triplete de bases nitrogenadas, complementario de su anticodón. El objetivo es colocar los aminoácidos juntos, según la secuencia que marca el ARNm, para que se unan y formen la proteína.
- ARNr. Ribosómico. Forma, junto con proteínas, la estructura del ribosoma y participa en la formación de la proteína. No es específico de cada proteína pero es indispensable para realizar la síntesis. Hay varias clases de ARNr.

9. Calcula el número de ATP y GTP necesarios para sintetizar una cadena proteica de 100 aminoácidos (organismo procarionte).

Respuesta

En la fase de activación de los aminoácidos por unión a ARNt, se precisan 2 ATP por cada uno de ellos. En total 200 ATP.

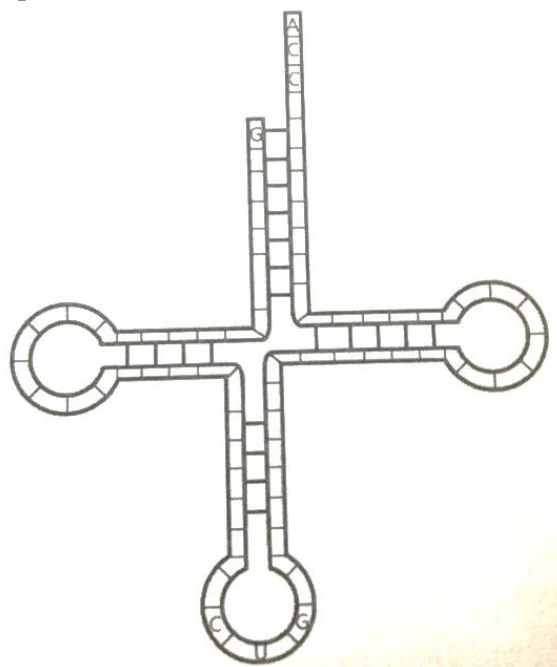
En la iniciación de la cadena polipeptídica es necesario 1 GTP.

En la terminación de la cadena polipeptídica es necesario 1 GTP.

En la unión de cada aminoacil ARNt al ribosoma es necesario 1 GTP. En total 99 GTP (durante la iniciación ya se produce la unión de un aminoácido).

En la translocación es necesario 1 GTP. En total 99 GTP.

10. El siguiente esquema representa una molécula de ARNt:



a) **Identifica los extremos 3' y 5'.**

Respuesta

El extremo con la secuencia de bases nitrogenadas CCA corresponde al extremo 3', precisamente donde se une el aminoácido que va a transportar. El extremo 5' es el que lleva la base G.

b) **¿A qué codón se unirá?**

Respuesta

En anticodón es el triplete de bases presente en el bucle inferior. En este caso, CUG. El codón del ARNm tendrá las bases complementarias de estas, es decir, CAG.

c) **¿Qué aminoácido transportará?**

Respuesta

Consultando la tabla del código genético, se observa que el aminoácido correspondiente al codón CAG es glutamina.

11. ¿Qué características particulares tiene la biosíntesis de proteínas en las células eucariotas, respecto al mismo proceso en las células procariotas?

Respuesta

En las células eucariotas la traducción se realiza de la misma forma que en las procariotas, aunque se observan ciertas particularidades:

- Los ARNm son más estables y monocistrónicos, y su extremo 5' tiene metil guanosina trifosfato.
- Los ribosomas eucariotas tienen distintos ARNr y su coeficiente de sedimentación es diferente.
- El primer aminoacil ARNt lleva unida metionina en lugar de formil metionina, como sucede en las procariotas, y, además, se une antes a la subunidad ribosómica menor que ARNm.
- Los factores de iniciación y de elongación son también distintos.

12. Explica qué es la regulación de la expresión génica y por qué es necesaria. ¿Qué son genes estructurales y genes reguladores?

Respuesta

La síntesis proteica no puede tener lugar continuamente, pues depende de las necesidades celulares. Esto es necesario no solo por economía, sino porque el exceso de alguna proteína puede dañar gravemente los procesos metabólicos, ya que muchas de ellas son enzimas y tienen que estar en la cantidad precisa.

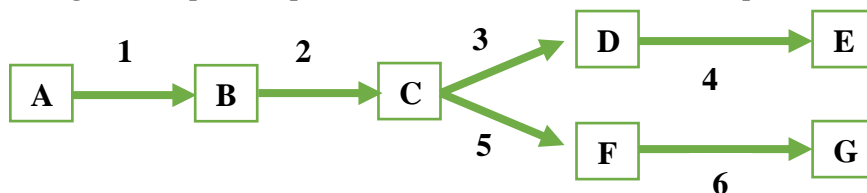
En los seres pluricelulares, además, los genes que se expresan, son distintos según el tipo de célula de la que se trate. La diferenciación celular se basa en la activación o inhibición permanente de determinados genes, lo que permite lograr un alto grado de especialización en los diferentes tejidos de un mismo organismo.

Por eso, fundamentalmente durante el proceso de transcripción, se realiza una regulación de la formación del ARNm, mediante la cual se controla la síntesis de proteínas que se formarían a partir de esta molécula. Esto es la regulación de la expresión génica.

Se llaman genes estructurales aquellos que tienen la información para la síntesis de las enzimas que intervienen en una ruta metabólica.

Se llaman genes reguladores aquellos que sintetizan la proteína reguladora que impide la correcta unión de la ARN polimerasa, que es la que va a dirigir a síntesis del ARNm de los genes estructurales.

13. El siguiente esquema representa una ruta metabólica realizada por una determinada bacteria:



Los números representan distintas enzimas. Las constantes de Michaelis-Menten de las enzimas 3 y 4 son mucho menores que las del resto.

Describe, en términos de regulación génica, lo que ocurre cuando:

a) **Aparece el sustrato A.**

Respuesta

Al tratarse de bacterias, la regulación génica se realizará según el modelo del operón.

Cuando aparece el sustrato inicial, se activa la síntesis de las enzimas de la ruta metabólica que parte de ese sustrato. Se trata de un sistema inducible. Al aparecer el sustrato, este o una molécula derivada de él se une a la proteína represora, la cual cambia de conformación y deja de bloquear al gen operador, momento en el que la transcripción de los genes estructurales se puede llevar a cabo. Como consecuencia, se sintetizan las enzimas de la ruta metabólica.

b) Aparece suficiente cantidad del producto E.

Respuesta

El producto E se forma antes que el producto G, por lo que cuando haya suficiente cantidad del primero aún no existirá la cantidad necesaria del segundo. En esta circunstancia, interesa inhibir la primera ruta, pero no la segunda. Esto sucede en la regulación de la actividad enzimática; en la regulación a nivel génico, sin embargo, existe un operón para la subruta metabólica que transforma C en E. Este operón de sistema represible tendrá dos genes estructurales que codificarán para las enzimas 3 y 4. Mientras que no existe el producto E, un represor del gen operador permanece inactivo y se produce la transcripción de los genes estructurales. Cuando aparece E, se une al represor y éste se hace activo dejando de sintetizarse las enzimas 3 y 4.

Anexo 9: Vídeo “Síntesis de proteínas: traducción”

Visita el siguiente enlace web y responde a las preguntas que se plantean.

<http://inicio.oupe.es/bi2b1701>

Actividades

1. ¿Dónde se encuentran los codones? ¿Y los anticodones?

Los codones son tripletes de tres bases consecutivas del ARNm.

Los anticodones son tripletes del ARNt.

2. ¿Qué papel desempeña el lugar A del ribosoma?

El lugar A es el sitio por donde entran los aminoácidos unidos a su ARNt correspondiente.

3. ¿Cuántos ribosomas puede haber en una célula eucariota?

Frecuentemente existen miles de ribosomas, pero puede haber incluso millones.

Anexo 10: Artículo divulgación científica “Genes inteligentes”

Desde hace medio siglo los biólogos saben que, a medida que las células se van diferenciando, unos genes se activan y otros se inactivan, lo que posibilita que un simple óvulo fecundado se transforme en una flor, una mosca de la fruta o un ser humano. Durante el desarrollo de un organismo las células se mueven, migran, siguiendo complejas estrategias, cambian su forma y terminan por asociarse para constituir tejidos especializados. Un ser humano, por ejemplo, tiene más de 250 tipos distintos de células y cada una debe estar y funcionar en el lugar adecuado. (Las células hepáticas no servirían en el cerebro.) Todas, sin embargo, portan los mismos genes en su ADN.

Cómo se consigue armonizar la actividad de los genes de un organismo para que las células se formen y funcionen en el sitio correcto, y en el momento preciso, ha constituido un misterio que ahora empieza a esclarecerse. Cientos de experimentos demuestran que el control de la expresión de la mayoría de los genes de un organismo se realiza casi siempre mediante la regulación de la transcripción, un proceso cuyo fin es copiar la información genética que contiene el ADN en ARN, que son las moléculas utilizadas para fabricar los millares de proteínas que determinan que una célula difiera notablemente de otra. La principal enseñanza de la biología molecular del último cuarto de siglo es la del control de la expresión génica mediante la regulación de la transcripción.

La profundización en el conocimiento de cómo se controla la transcripción en los organismos pluricelulares ha sido obra de muchos investigadores. Eric H. Davidson ha acuñado la expresión «genes inteligentes» para designar los que responden a las combinaciones de señales enviadas de un gen a otro en las redes de control. Estudia ahora el «cerebro del gen inteligente», es decir, el complejo transcripcional, un complicado agregado de proteínas. Para que se inicie el proceso de la transcripción, las proteínas, que actúan como señales químicas, han de unirse al ADN en un sitio cercano al gen que debe transcribirse.

Este tipo de complejo viene a ser una «computadora desgarrada», donde se combinan señales y se toma la decisión de si se activa o no un gen. En el caso de que la combinación de mensajes químicos —que pueden recibirse desde fuera de la célula— sea la adecuada, se activará la enzima que realice la transcripción y se producirá ARN. Se suele trabajar con mosca de la fruta, gusanos microscópicos e incluso con bloques sueltos de proteínas. Pero hay razones poderosas para pensar que los resultados serán generalizables a todos los organismos, incluido el ser humano. En efecto, en todos los organismos pluricelulares parecen funcionar los mismos procesos básicos. El «gen inteligente» podría constituir una de las características universales de las que dependen los procesos de desarrollo embrionario.

T. BEARDSLEY

«Genes inteligentes» en Investigación y Ciencia, n.º 3

Actividades

1. ¿Por qué el control de la expresión de los genes se hace regulando la transcripción y no la traducción?

Al regular la transcripción se activa o se inhibe la primera etapa de la síntesis de las proteínas codificadas por el ADN. De esta manera no se sintetiza ARNm más que cuando es necesario. Si la regulación se hiciera en la etapa de traducción, se formaría ARNm en ocasiones en que no haría falta pues no se iba a traducir posteriormente. De esta forma existiría un gasto metabólico innecesario.

2. Si se conociera perfectamente el control de la expresión génica, ¿qué aplicaciones prácticas podrían hacerse?

El control de la expresión génica es un proceso básico en la embriogénesis, la regeneración de tejidos, la especialización celular, el correcto funcionamiento celular, la economía del organismo, etcétera. Su conocimiento preciso permitiría la formación de nuevos tejidos y la recuperación de zonas dañadas de los órganos, así como la corrección de muchas enfermedades genéticas y metabólicas, entre otras aplicaciones.

Anexo 11: Prueba de autoevaluación

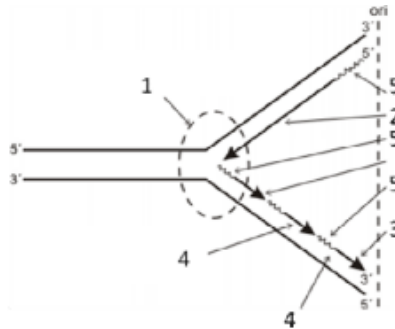
Normas: Cada pregunta tendrá una calificación que oscilará entre 0 y 10 puntos (los apartados serán equipuntuables, salvo que se indique su puntuación entre paréntesis). La nota final del ejercicio será la media aritmética de las calificaciones obtenidas en las cinco preguntas.

1. Indique las moléculas y estructuras subcelulares, necesarias para que se inicie la traducción (síntesis de proteínas) en procariontas en el citosol de una célula.

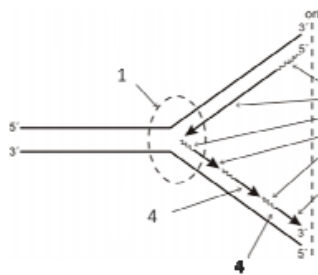
De forma concisa explicará los elementos necesarios para iniciar la síntesis citosólica de proteínas. Brevemente: Para la activación de aminoácidos, los 20 aminoácidos, los ARNt de los aminoácidos, las enzimas tRNA aminoacil sintetasa específicas, ATP como donador de energía. Para el inicio de la síntesis, los ribosomas con sus dos subunidades separadas, el ARNm que será traducido, los factores proteicos de iniciación IF1, IF2, IF3 y GTP como donador de energía.

2. El esquema adjunto corresponde a un importante proceso biológico:

- ¿Qué proceso representa? ¿En qué fase del ciclo celular se produce?
- ¿Qué finalidad tiene este proceso?
- 2 y 3 son las cadenas de nueva síntesis, indique la denominación de cada una de ellas.
- ¿Qué representan 1, 4 y 5?
- ¿Por qué tiene que producirse la estructura marcada como 4?



Representa la replicación del ADN. Ocurre en la fase S del ciclo celular. 2 es la hebra conductora y 3 la rezagada. 1 representa la horquilla de replicación 4 los fragmentos de Okazaki y 5 el cebador de RNA. Los fragmentos de Okazaki son necesarios ya que la polimerasa sintetiza siempre en dirección 5' → 3' y al ser simultánea la replicación de ambas hebras es necesario que la rezagada se sintetice en fragmentos.



3. Respecto a la expresión génica:

- El proceso de traducción se realiza siguiendo diferentes etapas. Describa los elementos que participan en la etapa de iniciación y cómo se realiza. (8).
- ¿Cuál es la enzima responsable de que se inicie el proceso de transcripción? (2)

El alumno conocerá los mecanismos de transcripción y traducción. Deberá indicar todos los componentes de la etapa de iniciación de la traducción: Subunidades ribosomales, ARNm con su codón de iniciación, ARNt-Met y explicará dicho proceso pudiéndose ayudar de un esquema. En el apartado b) podrá responder con respuestas del tipo: ARN polimerasas.

4. Un fragmento de ADN presenta la siguiente secuencia de bases:

5'... TTCGTTACACCCGCCTCTGGTGCA...3'

3'... AAGCAATGTGGGCGGAGACCACGT... 5'

Utilizando como molde la hebra correspondiente, tras su expresión da lugar a un fragmento de proteína con la siguiente secuencia de aminoácidos:

...Phe-Val-Thr-Pro-Ala-Ser-Gly-Ala...

a) ¿Cuál sería el fragmento correspondiente al ARN mensajero? (4)

b) ¿Cuál será el codón de la prolina (Pro)? (2) ¿y en el caso de la alanina (Ala)? (2). Razone la respuesta. (2)

Debe calificarse la precisión y capacidad del alumno para explicar las respuestas: a) ARNm 5' UUCGUUACACCCGCCUCUGGUGCA 3'; b) El codón de la prolina es CCC, y la alanina presenta dos codones: GCC y GCA, haciendo hincapié en que el código genético es degenerado, porque varios tripletes o codones codifican para un mismo aminoácido.

5. En relación con la replicación:

a) Defina en qué consiste y nombre la enzima encargada de este proceso. (2)

b) Explique por qué se dice que es semiconservativa, bidireccional y asimétrica. (5)

c) Defina horquilla de replicación, cebador y fragmentos de Okazaki. (3)

a) Se podrá definir replicación como el proceso por el cual a partir de una molécula de ADN de doble hélice se obtienen dos moléculas de ADN con la misma secuencia de bases. La enzima encargada de este proceso es la ADN polimerasa. b) Semiconservativo hace referencia a que las dos moléculas de ADN obtenidas tienen una cadena recién sintetizada y otra cadena procedente BIOLOGÍA – Criterios de Corrección - Propuesta nº 2 / 2016 Pág. 2 de 2 del ADN original; bidireccional a que la síntesis de ADN tiene lugar en dirección 5'→3' y 3'→5'; y asimétrica a que la hebra 5'→3' del ADN se sintetiza de forma continua (hebra conductora) mientras que la hebra 3'→5' lo hace de forma discontinua (hebra retardada) debido a que la polimerasa solo sintetiza en dirección 5'→3'. c) Se valorará la precisión en la definición de los términos solicitados.

6. Respecto a la transcripción:

a) Explique en qué consiste e indique el enzima que lleva a cabo este proceso. Cite las etapas en las que se divide este proceso. (5)

b) Indique dos diferencias entre la transcripción en procariotas y en eucariotas. (2)

c) Defina promotor, burbuja de transcripción e intrón. (3)

Se definirá transcripción como el proceso por el que se sintetiza ARN a partir de ADN por la acción de la ARN polimerasa. Sus etapas se identificarán como iniciación, elongación y terminación. Entre otras diferencias en la transcripción podrá indicar el número de ARN polimerasas que intervienen, que los genes son continuos en procariotas y discontinuos en eucariotas, etc. Se valorará la claridad en las definiciones requeridas.

7. a) Identificar los procesos celulares (A), (B) y (C) e indicar la ubicación celular de estos procesos en células eucariotas y procariotas. (4)

b) La hebra molde de la región codificante de un gen eucariota que codifica para ARNm contiene la siguiente proporción de bases nitrogenadas: A = 24,7 %, G = 26,0 %, C = 25,7 % y T = 23,6 %. Indicar cuál será la proporción de bases del ARNm transcrito primario. ¿Esta proporción será la misma en el ARNm maduro? Razonar la respuesta. (3)

c) Definir los siguientes conceptos: delección, aneuploidía y poliploidia. (3)

Se identificarán (A) replicación, (B), transcripción y (C) traducción. Se explicará que en células eucariotas la replicación y transcripción se llevan a cabo en el núcleo celular y la traducción en el citoplasma, mientras que en procariotas, carentes de núcleo celular, ocurren en el citoplasma. Teniendo en cuenta la complementariedad entre bases, se concretará la siguiente proporción de bases nitrogenadas: A = 23,6 %, G = 25,7 %, C = 26,0 %, U = 24,7 %. Se deberá razonar que en eucariotas los intrones se transcriben pero no se traducen por lo que son eliminados durante el proceso de maduración. Se valorará la claridad y precisión en las definiciones.

8. En relación al proceso de replicación:

a) Realice un dibujo e identifique en él todos los componentes que participan tanto en la cadena conductora como en la retrasada. (4)

b) ¿Por qué la síntesis es continua en una de las cadenas y discontinua en la otra? (2)

c) Si se produce una mutación puntual por sustitución de una base por otra distinta, ¿qué alteraciones esperaríamos encontrar? (2)

d) Cite alguna enzima que participe en la reparación del DNA y señale su función. (2)

Se realizará un dibujo claro de la horquilla de replicación en el que se incluyan los siguientes elementos: hebra conductora, hebra retrasada, helicasa, fragmentos de Okazaki, DNA polimerasa, etc.. Se explicará que en la horquilla de replicación la síntesis de DNA es bidireccional y que la DNA polimerasa solo añade nucleótidos en sentido 5'→3', por lo tanto sobre la hebra de DNA 3'→5' la transcripción será continua mientras que sobre la hebra de DNA 5'→3' no se puede sintetizar una hebra complementaria continua en dirección 3'→5', por lo que se van sintetizando pequeños BIOLÓGIA – Criterios de Corrección - Propuesta nº 5/ 2014 Pág. 2 de 2 fragmentos en dirección 5'→3', los fragmentos de Okazaki, que posteriormente se unirán por la acción de las ligasas. Se explicará que tras una mutación puntual por sustitución se puede producir un cambio de aminoácido en la proteína que se origina, o bien, puede no tener ningún efecto debido a que el código genético está degenerado y un mismo aminoácido está codificado por varios codones. Respecto a la reparación del DNA el alumno podrá señalar como enzimas a las endonucleasas o las exonucleasas indicando su función.

9. En relación al material genético conteste a las siguientes cuestiones:

- a) Defina los términos replicación semiconservativa y topoisomerasa. (2)
- b) Explique dos características del código genético. (2)
- c) Defina mutación génica y mutación cromosómica. (2)
- d) Indique el orgánulo y las moléculas que intervienen en el proceso de traducción y enumere sus etapas. (4)

En (a) y (c) se valorará la claridad y exactitud de las definiciones. En (b) el alumno podrá indicar que el código genético está formado por tripletes, que es degenerado, es universal, carece de solapamientos, etc. En el proceso de traducción intervienen los ribosomas (libres o unidos a la membrana del retículo endoplasmático rugoso), un mRNA y los aminoacil-tRNA y consta de tres etapas inicio, elongación y terminación.

10. Responda sobre la traducción:

- a) ¿Cuál es la función de estos elementos en dicho proceso?: Ribosoma, ARNm, ARNt, anticodón, sitio peptídico. (5)
- b) ¿Cuáles son las fases de dicho proceso? (3)
- c) ¿Todas las proteínas recién sintetizadas en eucariotas poseen metionina en su extremo Nterminal? Razone la respuesta. (2)

El alumno indicará que el ribosoma es donde se realiza la síntesis proteica, el ARNm el que lleva la información para sintetizar la proteína, el ARNt es el encargado de transportar los aminoácidos hasta el ribosoma, el anticodón está formado por tres bases nitrogenadas que son complementarias con las bases del codón en el ARNm. El sitio peptídico es el lugar del ribosoma donde se sitúa la cadena polipeptídica en formación. Las fases de la traducción son iniciación, elongación y terminación. En eucariotas el extremo N-terminal siempre contiene metionina ya que el codón de iniciación de la traducción está formado por AUG lo que supone que el primer ARNt lleva unido el aminoácido N-metionina.

11. En relación al material genético y su metabolismo:

- a) Indique que es el código genético y explique qué quiere decir que está degenerado.
- b) Defina el proceso de transcripción e indique sus etapas.
- c) Indique qué son los fragmentos de Okazaki y qué enzima se encarga de su síntesis.
- d) Señale las modificaciones durante la maduración de un transcrito primario de mRNA de eucariotas. BIOLÓGIA- Examen - Propuesta 1 / 2013. Pág. 2 de 2
- e) Escriba la secuencia de mRNA a partir de la siguiente secuencia de DNA e indique cuál es el número máximo de aminoácidos que puede codificar y explíquelo razonadamente: 3'-CCATTGGGCCACCAGGAT-5'

El código genético es el conjunto de reglas que determinan la correspondencia entre la secuencia de nucleótidos del mRNA y la secuencia de aminoácidos en la proteína, se dice que está degenerado ya que la mayor parte de los aminoácidos están codificados por más de un codón. La transcripción consiste en la síntesis de una molécula de RNA por unión complementaria a una de las cadenas de DNA que sirve de molde o plantilla consta de tres etapas: inicio, elongación y terminación. Los fragmentos de Okazaki son pequeños fragmentos de DNA que se sintetizan durante la replicación de la cadena de DNA retardada y la enzima que se encarga de su síntesis es la DNA polimerasa. Durante la maduración del mRNA tiene lugar: corte de intrones y unión de exones o splicing, modificación de los extremos 5' (adición de la caperuza de metil-guanosina trifosfato) y 3' (adición de cola de poliA). El alumno tendrá que poner la secuencia complementaria teniendo en cuenta que en el RNA aparece Uracilo y la polaridad de la hebra y el número máximo de aminoácidos que puede codificar es de 6 teniendo en cuenta que cada aminoácido está codificado por un codón.

- 12. a) Indique las funciones de las siguientes enzimas que participan en la replicación del ADN: helicasa y topoisomerasa. (2)**
b) ¿Qué es la transcripción? Indique y explique brevemente sus etapas. (5)
c) Transcriba la siguiente secuencia de ADN (2) 5'- GCCGTATGCCCA TAG-3' **d) ¿Qué nombre reciben las secuencias de inicio a las que se une la ARN polimerasa? (1)**

El alumno reconocerá la helicasa como enzima que separa las hebras molde, la topoisomerasa elimina las tensiones de las hebras. La transcripción es el proceso de síntesis de ARN a partir de ADN. Las etapas son inicio, elongación y terminación y se valorará la claridad en la explicación. La secuencia complementaria será 5'-CTAUGGGCAUACGGC3'. Las secuencias de inicio son las secuencias promotoras.

13. En relación con la información genética y sus alteraciones:

- a) Si un polipéptido tiene 110 aminoácidos, indica cuántos nucleótidos tendrá el fragmento del ARNm que codifica a esos aminoácidos. Razone la respuesta. (1)**
b) ¿Qué significa que el código genético está degenerado? (1)
c) En un fragmento de ADN que codifica a un polipéptido se produce una mutación puntual, que afecta a un par de bases. Cuando la célula sintetice el polipéptido, a éste le podría haber ocurrido uno de los cuatro hechos siguientes:

- 1. Que se codifique el mismo aminoácido que el sintetizado antes de la mutación.**
- 2. Que un aminoácido sea sustituido por otro.**
- 3. Que el nuevo polipéptido sintetizado sea más corto.**
- 4. Que el nuevo polipéptido sintetizado sea más largo.**

Basándote en tus conocimientos del código genético, explica por qué puede darse cada uno de estos resultados. (8)

El alumno debe responder que el fragmento de ARNm tiene 330 nucleótidos porque cada aminoácido está codificado por un codón de tres nucleótidos. La mayoría de los aminoácidos están codificados por más de un codón. Debe razonar que la situación 1 se produce cuando la mutación ha cambiado un codón por otro que también codifica para el aminoácido en cuestión debido a la degeneración del código. La situación 2 se da cuando la mutación hace aparecer un codón que codifica para otro aminoácido (probablemente cambios en la primera o segunda posición del codón). La situación 3 se produciría si el cambio hace que aparezca un codón de terminación (uno de los tres posibles). La situación 4 puede originarse si el cambio hace que desaparezca un codón de terminación.

14. a) Dado el siguiente fragmento de ADN monocatenario:

3'...TAC GGA GAT TCA AGA GAG ...5'

y del correspondiente ADN mutante:

3'... TAC GGG ATT CAA GAG AG...5'

¿Qué tipo de mutación se ha producido? (3)

- b) ¿La mutación incluida en el apartado (a) puede conllevar alteraciones graves?, razona la respuesta. (2)**

c) Indicar qué son las aneuploidías y euploidías. (2)

d) Poner tres ejemplos de agentes mutágenos exógenos. (3)

El alumno indicará que en el ADN mutado se ha producido una pérdida de un nucleótido (delección) y se correspondería con una mutación grave, ya que se produce un corrimiento en el orden de lectura y, por tanto, se alteran todos los tripletes siguientes. Se expondrá que la aneuploidía y euploidía son mutaciones genómicas y, por tanto, alteraciones en el número de cromosomas propio de una especie. Se valorará la precisión del alumno en la definición de ambas mutaciones y en el acierto en los ejemplos de agentes mutágenos exógenos.

15. Observa el siguiente segmento de ADN: 5' G C T T C C C A A 3' 3' C G A A G G G T T 5'

- a) Escribe la molécula de ARN que se transcribiría a partir de este segmento. Considera que la ARN polimerasa usa la hebra superior como molde cuando va a sintetizar ARN. Marca los extremos 5' y 3' del ARN. (2)**
b) Consultando el código genético, escribe la secuencia de aminoácidos que se produciría al traducir este ARN. Marca los extremos carboxilo y amino de este péptido. (2)
c) Repite la operación asumiendo ahora que la hebra usada como molde por la ARN polimerasa es la inferior. (4)
d) Con esta información, ¿Podrías saber a ciencia cierta cuál de las dos cadenas de este fragmento de ADN se usa como molde? Explica por qué. (2)

Unidad didáctica: La genética molecular o química de la herencia

CODIGO GENETICO

SEGUNDA BASE

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

El alumno responderá: a) 5' U U G G G A A G C 3'; b) N – Leu Gly Ser – C; c) 5' G C U U C C C A A 3' y N – Ala Ser Gln – C; d) La respuesta correcta es que no se puede deducir. El fragmento es pequeño y no existen codones de inicio de la traducción o de parada en ninguno de los dos casos que pudieran servir de pista. Se valorará que en la explicación el alumno denote conocer el concepto de que las dos hebras del ADN contienen información que puede potencialmente transcribirse y traducirse en proteína.