



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**LO QUE USTED DEBERÍA CONOCER DE LA GENÉTICA Y SU TECNOLOGÍA
ASOCIADA:
UNA PROPUESTA DE AULA**

NINI ADRIANA BERNAL TORRES

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales
Bogotá, Colombia
2015

**LO QUE USTED DEBERÍA CONOCER DE LA GENÉTICA Y SU TECNOLOGÍA
ASOCIADA:
UNA PROPUESTA DE AULA**

NINI ADRIANA BERNAL TORRES

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director (a): Dr. Rer. Nat. Mary Ruth García

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales
Bogotá, Colombia
2015

DEDICATORIA

A Dios por brindarme la sabiduría de crecer cada día más.

A mi hija Sofia, mi esposo Roberto, a mi madre querida e incondicional a mis hermanas y sobrino Juanito. Ellos son mi motor y mi fuente de amor incondicional.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Colombia y a la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Naturales y Exactas por la excelente formación académica, a todos y cada uno de los docentes, quienes me brindaron todo su conocimiento para permitirme fortalecer mis conocimientos como docente.

Muy especialmente a mi querida directora de Tesis Mary Ruth García Conde, por brindarme su orientación, apoyo, consejo y amistad, quien con su ejemplo de vida me inspira en mi quehacer como docente.

A mi familia por su apoyo y amor incondicional.

A todos mis compañeros de maestría por su apoyo constante en especial a Luz Marina, Diana, Oswaldo y Fabián.

Resumen

La genética, y sus aplicaciones en medicina, agricultura o ganadería son ámbitos de la ciencia que están en continuo crecimiento y que realizan nuevos avances, los que son frecuentemente puestos en tela de juicio y de discusión. Sin embargo, se considera importante reflexionar sobre el conocimiento real que posee la población sobre estos temas. ¿Se sabe de qué se habla, cuando nos referimos a terapia génica o cuando se discute sobre las consecuencias sobre el cuerpo del consumo organismos genéticamente modificados? ¿Qué tanto conocimiento tienen nuestros estudiantes sobre la genética del material hereditario? Para interpretar correctamente esta información es importante comprender conceptos como gen, ciclo celular, cromosoma, entre otros, y la complejidad y el significado de las aplicaciones de la ingeniería genética.

Teniendo en cuenta esta necesidad de la población, se decidió abordar desde uno de los cursos de biología de la Universidad Nacional, esta temática. Para hacerlo se realizó un diagnóstico de conocimientos previos de temas relacionados con la genética de la herencia. A partir del análisis de éste, se encontró que la población objetivo presenta conceptos alternativos semejantes a los encontrados en otros estudiantes de educación básica y superior. Con estas dificultades en mente, se procedió a construir una estrategia de realimentación mediante talleres y discusiones en clase, con el objetivo central de mejorar la comprensión de la genética de la herencia. Simultáneamente se diseñaron talleres con ayuda de lecturas y vídeos para generar discusión y reflexión de los conceptos planteados durante las clases y para integrar a este conocimiento los desarrollos realizados mediante la ingeniería genética. Este trabajo plantea una estrategia para integrar la biología de la herencia genética a los progresos de la ingeniería genética y la reflexión ética que estos avances requieren.

Palabras clave: Genética, ingeniería genética, Aprendizaje significativo.

Abstract

Genetics and its applications in medicine, agriculture or livestock are areas of science that are continuously growing and making new advances, which are often placed into question and discussion. However, it is considered important to reflect on the actual knowledge that the population has about these issues. Do students know what we are talking about when we refer to gene therapy or when discussing the consequences on the body of consumption genetically modified organisms? How knowledge do our students have about the genetics of hereditary material?

To correctly interpret this information it is important to understand concepts such as gene, cell cycle, chromosome, among others, and the complexity and significance of the applications of genetic engineering. Given this need of the population, it was decided to address this subject from one of the biology classrooms at the National University. To do it, it was necessary to perform an assessment of the knowledge of issues related to genetic inheritance. From this analysis, it was found that the target population presents similar concepts to those found in other students of basic and higher education. With these difficulties in mind, we proceeded to build a strategy feedback through workshops and class discussions with the central aim of improving the understanding of genetic inheritance. Simultaneously workshops were raised with the help of lectures and videos to generate discussion and reflection on the concepts raised during the classes and to integrate this knowledge with the developments made by genetic engineering. This work proposes a strategy for integrating biology genetics advances into genetic engineering and the ethical reflection that these advance.

Key words: Genetic, Genetic engineering, meaningful learning.

Contenido

	Pág.
Resumen	IV
Abstract	VI
Lista de figuras	X
Lista de tablas	XI
INTRODUCCIÓN	1
1. CAPÍTULO 1. MARCO DE REFERENCIA	3
1.1. Objetivos	4
1.1.1. General	4
1.1.2. Específicos	4
2. CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Marco epistemológico	5
2.2. Marco didáctico	9
2.3. Marco disciplinar	13
2.3.1. Generalidades de la función celular	13
2.3.1.1. Ácidos nucleicos	14
2.3.1.2. Ciclo celular	17
2.3.1.3. Mitosis	18
2.3.1.4. Meiosis y reproducción sexual	19
2.3.2. Desarrollo de la genética	21
2.3.2.1. Cromosomas, genes y alelos	21
2.3.2.2. Organismos homocigóticos y heterocigóticos	22
2.3.3. Genética mendeliana	23
2.3.3.1. Leyes de Mendel	23
2.3.3.1.1. Ley de la segregación simple	24
2.3.3.1.2. Ley de la distribución independiente	24
2.3.3.1.3. Codominancia	25

2.3.4. Transmisión de la herencia	26
2.3.4.1. Síntesis del ADN: Duplicación	26
2.3.4.2. Transcripción: Síntesis del ARN	27
2.3.4.3. El código genético	28
2.3.5. Tecnología del ADN recombinante	28
2.3.5.1. Formación del ADN recombinante	29
2.3.5.2. Vectores	29
2.3.5.3. Clonación del ADN	30
2.3.5.4. La reacción en cadena de la polimerasa	31
2.3.6. La ingeniería genética y sus aplicaciones	32
2.3.6.1. Organismos transgénicos	34
2.3.6.2. El proyecto genoma humano	34
3. CAPÍTULO 3. DISEÑO METODOLÓGICO	35
3.1. Estudiantes que participaron en la propuesta	35
3.2. Metodología	36
3.2.1. Fase 1: Exploración	37
3.2.2. Fase 2: Análisis de los conceptos previos	37
3.2.3. Fase 3: Diseño de la propuesta de aula	37
4. CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS	39
5. CAPÍTULO 5. PROPUESTA DE AULA	51
6. CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
6.1. Conclusiones	54
6.2. Recomendaciones	55
BIBLIOGRAFÍA	56
Anexo 1: Guía diagnóstica sobre conceptos de genética	60
Anexo 2: Primer momento de la propuesta de aula	62
Anexo 3: Segundo momento de la propuesta de aula	67
Anexo 4: Tercer momento de la propuesta de aula	81
Anexo 5: Cuarto momento de la propuesta de aula	84

Lista de figuras

		Pág.
Figura 1	Estructura del ADN	16
Figura 2	Dogma central de la biotecnología molecular	17
Figura 3	Ciclo celular	18
Figura 4	Fases de la Mitosis	18
Figura 5	Fases del proceso de la Meiosis	20
Figura 6	Cromosomas	22
Figura 7	Esquema de los experimentos de Mendel	24
Figura 8	Esquema del principio de la distribución independiente de Mendel	25
Figura 9	Cruzamiento entre una planta boca de dragón con flores rojas y una con flores blancas	26
Figura 10	Replicación de la molécula de ADN	27
Figura 11	Representación esquemática de la transcripción del ARN	28
Figura 12	Esquema general de la clonación de una secuencia de ADN	31
Figura 13	Técnica de la PCR	32
Figura 14	Edad de los estudiantes que tomaron el curso de biología	36
Figura 15	Ruta metodológica	36
Figura 16	Propuesta de aula	53

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1 Avances de la ciencia relacionados con la genética e ingeniería genética a lo largo de la historia	5
Tabla 2 Distribución de estudiantes por carrera y semestre	35

INTRODUCCIÓN

Desde el momento en que los científicos comprendieron la estructura del ADN, los genes y cómo la información que portaban se traducía en funciones o características, se comenzó a buscar la forma de aislarlos, analizarlos, modificarlos y hasta de transferirlos de un organismo a otro para conferirle una nueva característica; entonces, se dio forma a lo que se conoce como la ingeniería genética. Ésta se define como un conjunto de metodologías que permite transferir genes de un organismo a otro y expresarlos. Es decir, producir las proteínas que codifican estos genes en organismos diferentes al de origen.

Cuando el ADN de un organismo particular se combina con fragmentos de otro organismo diferente se da lugar a lo que se reconoce como ADN recombinante. Es decir, que las técnicas que emplea la ingeniería genética son técnicas de ADN recombinante, que permiten obtener no sólo proteínas de interés, sino también, perfeccionar determinadas características en microorganismos, plantas y animales. Cuando un organismo particular recibe un gen de otro organismo diferente, que les aporta una nueva característica se denomina organismo genéticamente modificados (OGM) o transgénicos.

A su vez, una gran parte de las técnicas utilizadas en la agricultura moderna se basa en la ingeniería genética, que implementa estas técnicas en la producción vegetal y genera bienes con determinadas características y con resistencias particulares a determinados biosidas, esto permite incrementar el uso de determinados pesticidas, que son inocuos para el cultivo; sin embargo, afecta a los demás organismos del entorno, lo que facilita controlar la competencia.

A nivel nacional e internacional, se han desatado grandes debates sobre los efectos de estos organismos en la salud y en el ambiente. Los defensores de los OGM afirman que éstos tienen el potencial de mitigar algunos de los problemas mundiales como el hambre o la producción en zonas climáticamente adversas; restaurar el equilibrio ambiental al reducir los índices de dependencia a herbicidas y pesticidas químicos; podrían ser diseñados para eliminar toxinas del suelo más eficazmente que otros organismos. Por otra parte, los OGM han sido asociados con riesgos ambientales para la salud porque incrementan tumores, dañan el sistema digestivo,

producen alergias, entre otros; para el ambiente porque generan resistencia en los organismos, producen erosión genética, las plantas transgénicas, por ejemplo, podrían transferir estas propiedades a otras especies, lo que podría alterar la diversidad biológica y alterar las redes tróficas en los ecosistemas; igualmente, aumentan la contaminación por el uso de pesticidas y fertilizantes específicos que acompañan el cultivo de los OGM.. Sin embargo, estos estudios, son altamente criticados por posibles deficiencias en la metodología empleada (Stanley, et al., 2001).

Por todo lo anterior, se ve la necesidad de trabajar en la comprensión de la ingeniería genética desde un curso de biología. Se espera que los conceptos de genética aplicados en el contexto de los OGM y la comprensión de las tecnologías asociadas coadyuven a generar un aprendizaje significativo, a mejorar las habilidades para el pensamiento crítico y motivar el interés por el estudio de las ciencias.

Para tal efecto, el trabajo se ha dividido en cinco capítulos. En el capítulo uno, se presentan los componentes teóricos fundamentales del trabajo, la pregunta de investigación de aula y los objetivos del trabajo. En el capítulo dos, se desarrolla el marco teórico que fundamenta el presente trabajo. En éste, se consolidan los referentes epistemológicos, didácticos y disciplinares que se asumen y se aplican en este trabajo. En el capítulo tres, se presenta en detalle la descripción de la metodología del trabajo y se muestra el proceso llevado a cabo durante este. Se describe el tipo de trabajo, la estrategia de organización y se describe la manera como se procedió para realizar el análisis de los datos.

En el capítulo cuatro, se presentan los resultados obtenidos del análisis de la prueba diagnóstica, a partir de los cuales se consolida la propuesta didáctica. Luego, en el capítulo cinco, se presenta la propuesta de aula. Finalmente, se socializan unas conclusiones relacionadas con los objetivos propuestos y algunos aspectos para tener en cuenta para la implementación de la propuesta de aula.

CAPÍTULO 1

MARCO DE REFERENCIA

Durante el proceso de aprendizaje de las ciencias naturales, algunos de los conceptos abordados en el aula, se han trabajado de tal forma, que han llevado al estudiante a memorizarlos, sin tratar de buscar que estos nuevos conceptos se relacionen con el conocimiento previo y con sus vivencias del contexto para se transforme en un aprendizaje con sentido (Pashley, 1994).

En diversas ocasiones, las personas no tienen claridad sobre los procesos relacionados con la genética de la herencia, ya que por ser un complejo conceptual abstracto, que exige la comprensión de otros conceptos, termina transformándose en una serie de conceptos alternativos, muchos de los cuales pertenecen al sentido común. Por ejemplo, piensan que cada célula lleva la información específica hereditaria para la función que realizan; consideran que la información genética de los autosomas y de los cromosomas sexuales se separa en diferentes células o que el genoma varía de una célula a otra de nuestro cuerpo. Igualmente, hay confusión sobre cómo se transmite la información hereditaria, algunas personas suponen que los cromosomas sexuales únicamente se encuentran en los gametos. En concordancia con Lewis y Wood-Robinson (2000), tampoco hay claridad sobre los dos procesos celulares reproductivos: la mitosis y la meiosis y esto lleva a los estudiantes a presentar nociones erróneas sobre donde se encuentra y cómo se transmite la información hereditaria.

Así, la pregunta que se pretende responder con este trabajo es: *¿Cuál secuencia de actividades se puede proponer para abordar el concepto de genética de la herencia y su aplicación, para estudiantes de una asignatura de biología de la Universidad Nacional de Colombia- Sede Bogotá?*

Realizar un trabajo partiendo de los saberes previos que manejan los estudiantes sobre la herencia y establecer una secuencia de actividades que involucren conceptos de biología y específicamente de genética, puede brindar elementos a los estudiantes para que desarrollen apropiadamente el concepto de herencia genética y su tecnología asociada.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 General:

Diseñar una estrategia de aula que aborde los conceptos de genética de la herencia y la aplicación de éstos en aspectos cotidianos asociados con la ingeniería genética.

1.1.2 Específicos:

- Identificar las ideas previas de los estudiantes de un curso de Biología de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, sobre la herencia y saberes asociados.
- Orientar a los estudiantes, buscando la superación de los conflictos cognitivos detectados.
- Organizar una secuencia para el aula dirigida a desarrollar habilidades para el pensamiento crítico, y coadyuvar a un aprendizaje significativo de la genética de la herencia y las manifestaciones de la ingeniería genética en la cotidianidad.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. MARCO EPISTEMOLÓGICO

Estudios procedentes sobre la historia de las ciencias demuestran que el conocimiento no es el resultado de una mera copia de la realidad preexistente, sino de un proceso dinámico interactivo a través del cual la información externa es interpretada y reinterpretada por la mente, que va construyendo progresivamente modelos explicativos cada vez más complejos y convincentes. Explicar la realidad a través de los modelos que se construyen para tratar de comprenderla; modelos que se transforman en paradigmas, que a medida que se modifican, deben ser cambiados y reinterpretados en la sociedad (Gómez et al., 1994).

La ciencia clásica de la biología se valió del método científico como mecanismo estratégico para conocer y definir un modelo que concibe a los organismos vivientes como sistemas complejos constituidos de diferentes partes; lo que se realiza bajo los principios de explicación, deducción, análisis, síntesis, predicción, verificación, objetivación, etc. y que se mejora y cambia a medida que se avanza en la investigación, en el desarrollo de la tecnología y de nuevas metodologías, lo que ayuda a modificar la comprensión de la ciencia y de los sistemas y a modificar los modelos. En la tabla 1 se muestran algunos de los avances de la ciencia relacionados con la genética y la ingeniería genética a lo largo de la historia.

1000 a.C	Los babilonios celebran con ritos religiosos la polinización de las palmeras.
323 a.C	Aristóteles especula sobre la naturaleza de la reproducción y la herencia.
1676	Se confirma la reproducción sexual en las plantas.
1677	Se contempla el esperma animal a través del microscopio.
1838	Se descubre que todos los organismos vivos están compuestos por células.
1859	Darwin hace pública su teoría sobre la evolución de las especies.
1866	Mendel describe en los guisantes las unidades fundamentales de la herencia
1871	Se aísla el ADN en el núcleo de una célula.
1909	Las unidades fundamentales de la herencia biológica reciben el nombre de genes.
1927	Se descubre que los rayos X causan mutaciones genéticas.
1943	El ADN es identificado como la molécula genética.

1953	Se propone la estructura en doble hélice del ADN.
1956	Son identificados 23 pares de cromosomas en las células del cuerpo humano.
1966	Se descifra el código genético completo del ADN.
1972	Se crea la primera molécula de ADN recombinante en el laboratorio.
1973	Stanley Cohen y Herbert Boyer elaboran la técnica de clonación de genes.
1976	Se funda en EE.UU. la primera empresa de ingeniería genética.
1978	Se clona el gen de la insulina humana.
1978	Nace Baby Louise, el primer bebé concebido mediante fecundación in vitro.
1982	Se crea el primer ratón transgénico, insertando el gen de la hormona del crecimiento.
1984	Creación de las primeras plantas transgénicas.
1984	Primer nacimiento de un bebé a partir de un embrión congelado.
1985	Se utiliza por primera vez la "huella genética" en una investigación judicial.
1990	Primer tratamiento con éxito mediante terapia génica en niños.
1990	Fundación del Proyecto Genoma Humano.
1997	Clonación del primer mamífero, una oveja llamada "Dolly".
2001	Gran Bretaña permite la clonación de embriones humanos menores de 14 días.
2001	Se conoce la secuencia completa y ensamblada del genoma humano
La tabla muestra algunos avances históricos en la genética e Ingeniería genética (construcción propia a partir de diversas fuentes primarias: Curtis et al., 2006. Ville et al., 1996. Watson., 1978 y Yaguara, J, 2013).	

Al analizar el desarrollo conceptual en las ciencias (tabla 1), se puede afirmar que el avance de la ciencia es el resultado de una acumulación progresiva de nuevos conocimientos, los cuales se transforman en nuevos desafíos centrales para la investigación y llevan a un cambio de modelos y paradigmas. De allí resulta el carácter infinito de la ciencia y el principio de que la verdad científica es el resultado de una confrontación continua entre la teoría y la práctica en el interior de las comunidades de investigadores. Cuando se identificó la célula, se cambiaron las ideas con relación a la estructura y organización de la materia en los organismos. De igual manera, cuando se comprendieron los principios de la evolución propuestos por Darwin y Wallace, ésta se convirtió en una de las características fundamentales para la definición de la vida.

Cuando Francis Crick y James Watson en 1953 describieron la estructura del ADN, se encontraron las explicaciones que le faltaron a Darwin, Wallace y Mendel, entre otros, para comprender sus explicaciones de diversos fenómenos del mundo. El descubrimiento del ADN como portador de la información genética, que permite la construcción de un organismo y como molécula que almacena y transfiere la información entre una generación a la siguiente y componente esencial de todas las células que constituyen un organismo; esto le agrega otra característica esencial a los seres vivos y además, permite reconocer que los organismos, poseen un diseño y una estructura que facilita mantener la vida y autorregular al organismo (Martínez,

1998). La presencia de un programa genético en los organismos es una diferencia absoluta entre los organismos y la materia abiótica. Ernst Mayr (1982) afirma “nada comparable existe en el mundo inanimado, excepto las computadoras hechas por el hombre”.

Estos hallazgos permitieron la evolución de la ingeniería genética y hacer realidad lo que antes eran sólo ilusiones, este conocimiento está cambiando notablemente la manera de pensar, de concebir el mundo y la vida, además, está llevando a una de las más grandes revoluciones en la historia del pensamiento humano. Esta avalancha de conocimiento alcanzó su máxima expresión en el año 2000, cuando se decodificó el genoma humano. Descubrimiento que generó nuevas esperanzas y expectativas para el avance de las ciencias y la tecnología. Durante el verano del año 2000 el gobierno británico anunció su autorización para crear y manipular clones humanos con finalidades médicas; mientras que la clonación de la oveja Dolly parecía remontarse a un pasado lejano.

A pesar del papel fundamental de la ciencia y de los descubrimientos científicos en el desarrollo humano y de la sociedad, se deben tener en cuenta las implicaciones y las consecuencias que tanto la ciencia como la tecnología tienen para el conjunto de la humanidad actual, así como para las generaciones futuras; particular consideración merecen los avances en las ciencias de la vida y la biotecnología en relación con sus aplicaciones en el campo de la genética, la embriología, la reproducción artificial, los trasplantes de tejidos y de órganos y la clonación, entre otros. Éstas conllevan al surgimiento de nuevos cuestionamientos morales y jurídicos que representan un desafío a las legislaciones y la moral tradicionales (Saada y Valadés, 2006).

Mientras que la ciencia avanza, los medios de comunicación multiplican para el público en general, los avances de trabajos científicos relacionados con la manipulación del material genético que se divulgan en las revistas científicas especializadas. Esto a su vez, conlleva a que la legislación tenga que adaptarse a las nuevas posibilidades que la ciencia abre, en relación con los derechos humanos, la manipulación de la vida, los intereses individuales y los generales,

entre muchos otros. Hoy son frecuentes las publicaciones y noticias sobre clonación, organismos transgénicos, manipulación genómica, terapia génica o genoma humano y sobre las consecuencias sobre algunos organismos. Dentro del enfoque jurídico conceptual se proponen prohibiciones para la manipulación genética, cuando sólo se pretenda satisfacer curiosidades científicas, sin una orientación específica que busque un beneficio en provecho de las mayorías.

Es necesario subrayar los principios fundamentales dictados por la Conferencia General de la UNESCO en 1997: El genoma humano es patrimonio común de la humanidad y no puede, por lo tanto, dar lugar a beneficios económicos. Cualesquiera que sean las características genéticas de cada uno, los individuos merecen el respeto a la dignidad y sus derechos (Brauner, 2005).

Surge una nueva disciplina como la bioética, que tiene como objetivo fundamental reflexionar sobre el presente y futuro de la sociedad, la valoración de la vida, la protección del bienestar general, en un escenario real donde la biotecnología y la manipulación genética están en el escenario de la ciencia y de la industria.

En el desarrollo de la concepción de ciencia en la sociedad, podemos considerar el objeto de la didáctica de las ciencias, que es el estudio de los procesos involucrados durante la enseñanza de las ciencias, en un entorno en que participan la ciencia, los estudiantes y los maestros (Gil, 1994), como agentes de formación directos y los agentes de formación externos: los medios masivos de comunicación y las representaciones de ésta en la sociedad en general. Por tanto el sistema educativo debe ocuparse de describir y explicar de forma integral los problemas más significativos de las ciencias, con el objetivo fundamental de proporcionar conocimientos, que faciliten la comprensión del entorno y de los procesos que se desarrollan en la ciencia, con el fin de coadyuvar a resolver los problemas que surgen durante el desarrollo de ésta y en la toma de decisiones con conocimiento de causa, a la vez que se desarrolla el pensamiento crítico en los estudiantes.

2.2 MARCO DIDÁCTICO

La genética y sus aplicaciones a situaciones cotidianas tienen gran importancia en la actualidad, una persona, particularmente un estudiante, debe tener las capacidades necesarias para afrontar la información que se le ofrece, y es aquí principalmente, donde toma relevancia el proceso de enseñanza – aprendizaje de la genética, ya que los docentes deben brindar a los estudiantes las estrategias que le permitan analizar, cuestionar y tomar posición crítica sobre la manipulación de material hereditario y sus implicaciones en la cotidianidad. La enseñanza de la genética es uno de los apartados de la biología con dificultad para entender por parte del estudiante y de los que necesita mayor comprensión conceptual, tal y como sostienen Johnstone y Mahmoud (1980) y Smith (1988).

Cuando se analizan las concepciones que tiene un estudiante al abordar una temática particular, se pueden identificar diversas fuentes de conocimiento, por ejemplo, la información adquirida en sus años de escolaridad y que fue referenciada específicamente por sus docentes y libros de consulta, otra fuente, son los medios de comunicación especializados o no sobre el tema y las creencias populares que se basan en las tradiciones de las regiones (Solomon, 1992). Esto puede conducir a que un estudiante llegue al aula con ciertas ideas sobre una materia particular, que suelen estar fragmentadas, con frecuencia intuitivas y en ocasiones erróneas (Posada, 2000).

Portland (1998) manifiesta que enseñar genética desde un modelo centrado en la transmisión de conocimientos sin la participación activa de los estudiantes en el intercambio de ideas ya sea con sus compañeros o docente, puede provocar dificultades para que el conocimiento previo se fortalezca o se modifique de acuerdo a las concepciones que tienen los estudiantes, impidiendo quizás que se presente un aprendizaje significativo en los mismos.

Ahora bien, con la revisión de diversas referencias, se puede decir que los estudiantes cada vez que se enfrentan a un curso, no son personas sin algún tipo de información, por el contrario, llegan una serie de ideas previas acertadas o no respecto a las diversas temáticas a abordar.

Giordan (1996), plantea que un docente puede tener tres caminos para abordar esas concepciones previas de los estudiantes: *ignorarlas*, debido a que se desconoce el origen de las mismas, *evitarlas*, para que no creen conflicto en los estudiantes, sin percatarse que puede suceder lo contrario, ya que en la introducción de un nuevo concepto, se pueden arraigar aún más las ideas previas y, *conocerlas*, para determinar los saberes previos de los estudiantes, permiten definir objetivos y propuestas para el curso a realizar, además, de dar oportunidades de mejoramiento de las propias prácticas de aula.

Teniendo en cuenta que no solo las concepciones que tienen los estudiantes dependen de ellos mismos, sino de las prácticas docentes en las que estuvieron inmersos, a continuación se presentan tres referencias de múltiples, que permiten enmarcar los modelos didácticos que se pueden diferenciar en la enseñanza de las ciencias.

En primer lugar, se tiene la enseñanza por transmisión, en la cual el docente se encarga de impartir un conocimiento ya elaborado y organizado de acuerdo a una lógica científica y el estudiante, es un receptor de información, en el que pocas veces puede intervenir para consolidar su conocimiento. Este modelo tiene críticas debido a que la visión de la ciencia se basa en un proceso de acumulación, olvidando que se requiere además, de un proceso de construcción social, lo que conlleva a un aprendizaje más memorístico que significativo (Gil, 1993).

En segundo lugar, se presenta el modelo de enseñanza por descubrimiento, en el cual el estudiante toma un papel más activo en la construcción de su propio conocimiento, sin desconocer el rol del docente como tutor de las prácticas y experiencias de aula. Investigar y reconstruir experimentos científicos, se convierten en acciones propias de este modelo, en el que el estudiante a través de la observación, formulación y verificación de hipótesis, lleva a cabo su aprendizaje. Joyce y Weil (1985) consideran cinco fases para la implementación de una enseñanza por descubrimiento: 1) confrontación del estudiante con una situación problemática y generalmente sorprendente; 2) verificación de los datos recogidos con respecto a esa situación;

3) experimentación en torno a dichos datos; 4) organización de la información recogida y explicación de la misma y, 5) reflexión sobre la estrategia de investigación seguida. Pozo y Gómez (1998) afirman que la enseñanza por descubrimiento toma como referencia perspectivas epistemológicas inductivas y empíricas, en las cuales se reconoce el mecanismo por el cual se logra obtener un conocimiento científico y éste significativo para el estudiante.

En tercer lugar, se presenta una enseñanza constructivista en la que tanto al docente como al estudiante se le da igual grado de importancia para conseguir que este último se apropie de conocimientos específicos, principalmente se cuenta con las concepciones que tiene el estudiante del mundo y el docente se encarga de brindarle herramientas para que éstas se modifiquen o se profundicen, además de brindarle opciones para la construcción de nuevos significados. Los fundamentos epistemológicos de este modelo se basan en la perspectiva de Kuhn, donde la ciencia es un proceso de interpretación de la realidad, en la que un conocimiento puede ser modificado por otro (Jiménez, 2000).

Ausubel (mencionado en Gutiérrez, 1987) plantea la importancia que tiene el conocimiento previo del alumno en los procesos de enseñanza-aprendizaje, puesto que es un requisito indispensable para que se le dé sentido al aprendizaje. Su teoría se basa en dos postulados (Gutiérrez, 1987): Enseñar ciencia es ante todo transmitir al estudiante la estructura conceptual de la asignatura y el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el estudiante ya sabe. Se plantea que para que se produzca un aprendizaje significativo son necesarios dos requisitos: Una actitud positiva por parte del estudiante y que el material nuevo que se presenta sea potencialmente significativo para el sujeto, es decir, que tenga una significatividad lógica y que el contenido de las ideas sea adecuado a la estructura cognoscitiva del sujeto.

Según lo anteriormente mencionado, no conviene centrarse en un único modelo de enseñanza, ya que no es perfecto y puede obviar ventajas de otros, que en una complementariedad, puede satisfacer las necesidades educativas de los estudiantes. Particularmente, para el estudio de la genética, se debe considerar múltiples estrategias que permitan atender conceptos asociados a la

misma y que no se pueden trabajar tan solo con la observación y la descripción, como sucede en otras ramas de la biología, es más, se puede considerar que para el desarrollo de actividades relacionadas con la genética, se debe tener un nivel de cálculo numérico y de acercamiento analítico superior (Radford y Brid-Stewart, 1982), mencionado en Iñiguez (2006).

Teniendo en cuenta a Iñiguez (2006) diferentes investigaciones han centrado su interés en identificar las evidencias presentadas por los estudiantes en su trabajo con la genética, algunos de éstos son:

- Los estudiantes aprenden de memoria los conceptos básicos relacionados con la herencia biológica (cromosoma, gen,...) sin conocer su verdadero significado (Pashley, 1994; Lewis et al., 2000).
- Los estudiantes no llegan a comprender las consecuencias de los procesos biológicos importantes como la reproducción sexual o meiosis (Stewart y Dale, 1989; Brown, 1990).
- Presentan nociones erróneas sobre dónde se encuentra y cómo se transmite la información hereditaria (Longden, 1982; Stewart et al., 1990; Lewis y Wood- Robinson, 2000).
- Los estudiantes presentan respuestas que son de carácter memorístico o son superficiales cuando se enfrentan a pruebas escritas o test (Hackling y Treagust, 1984).
- Los estudiantes suelen tener mejores resultados cuando resuelven situaciones que no requieren de la comprensión de conceptos o procesos implicados en los mismos (Kinneer, 1983).
- Una de las grandes dificultades que pueden presentar los estudiantes, se relaciona con la resolución de problemas asociados específicamente con la genética, porque implica analizar la naturaleza de los conceptos, plantear hipótesis, buscar información, analizar y contrastar datos y luego, establecer una respuesta coherente a la situación, acciones que además, son propias del trabajo científico (Gil, 1986).

De igual manera, se han presentado investigaciones que por un lado, proponen un tipo diferenciado de actividades con el fin de suministrar elementos a los estudiantes para su exitoso trabajo con la genética y por otro lado, analizan la pertinencia o no, de abordar temáticas propias

de esta ciencia con estudiantes menores a 16 años, quienes deben manejar cierto tipo de destrezas para que enfrenten con responsabilidad y asertividad las cuestiones planteadas. En este aspecto, Hacklin y Treagust (1984), mencionado en Iñiguez (2006), manifiestan que es posible introducir un currículo de trabajo con estudiantes menores de 16 años, siempre y cuando las actividades que desarrollen, como la herencia biológica, estén enmarcadas en contextos familiares y con experiencias concretas, además, donde el docente no profundice en aspectos difícilmente observables por los estudiantes y más bien, procure proponer actividades concretas y experiencias perceptibles.

Finalmente, cabe mencionar que la presente propuesta pretende abordar los diferentes aspectos, en el marco de un pensamiento crítico, en el que el estudiante consiga unos objetivos intelectuales, pero además, que le permitan desenvolverse en su vida cotidiana, lo cual se puede reflejar en la utilización de habilidades fundamentales durante su proceso de aprendizaje: el razonamiento, la resolución de problemas y la toma de decisiones (Nieto, 2009). Por otro lado, que le permitan convertirse en un ciudadano competente, participativo, justo, solidario, con sentido de equidad con capacidad crítica, reflexiva y analítica, que pueda apropiarse de los bienes y valores de la cultura y adquirir los conocimientos de la ciencia para incidir en la transformación social (Borjas, 2009).

2.3 MARCO DISCIPLINAR

2.3.1. Generalidades de la función celular

Cuando se busca llevar a los estudiantes a la comprensión de los procesos implicados en la ingeniería genética, es esencial tener en cuenta que estos avances de la ciencia surgieron en un momento histórico, en que se tenía un amplio desarrollo tecnológico en microscopía y equipos, que nos permitieron acercarnos cada vez más a un mejor conocimiento de la célula y de los organismos. Esto a su vez, nos muestra que para comprender los logros de la ingeniería genética, se requiere que el individuo comprenda los principios básicos de la biología celular.

En este sentido, es importante tener en cuenta que las propiedades asociadas con los sistemas vivos emergen en el nivel de organización celular y entre ellos uno de los principios fundamentales de la biología como es la teoría celular, que establece que: 1) todos los organismos vivos están formados por una o más células; 2) las reacciones químicas de un organismo vivo, incluidos los procesos liberadores de energía y los procesos de síntesis, tienen lugar dentro de las células; 3) las células se originan de otras células 4) las células contienen la información hereditaria de los organismos de los cuales son parte y que esta información pasa de la célula progenitora a la célula hija (Curtis et al., 2003).

Se reconocen dos tipos de células, las que se separan por su tamaño y nivel de complejidad, las células procariotas y las células eucariotas.

- Las células procariotas tienen un tamaño que oscila entre 0.2-2 μ m, son organismos relativamente simples que presentan, por lo general, una pared celular y están rodeados de una membrana celular; en el citoplasma se encuentra el nucleóide, una región donde se encuentra una hebra de ADN de forma circular, los ribosomas y algunas inclusiones citoplasmáticas.
- Las células eucariotas son de mayor tamaño, entre 10-100 μ m y presentan citoesqueleto, organelos membranosos y no membranosos que realizan funciones específicas a nivel celular; entre ellos se cuenta el núcleo, donde se encuentra el ADN y se realiza el control de las diferentes funciones celulares, mediante la activación de genes específicos que se transcriben en ARN mensajero, que posteriormente se dirige al citoplasma para ser traducido en proteínas específicas con la ayuda de los poli- ribosomas, o en el retículo endoplasmático rugoso, y con el apoyo de los ARN de transferencia. Los demás organelos participan en la síntesis de biomoléculas particulares y del ATP, en el control de la apoptosis y regulan la distribución de sustancias dentro y fuera de la célula, entre otras funciones.

2.3.1.1. Ácidos nucleicos:

Los ácidos nucleicos Son cadenas de nucleótidos que almacenan o transportan la información genética. Un nucleótido está constituido por un azúcar de 5 carbonos (ribosa o desoxirribosa),

una base (purina o pirimidina) y un grupo fosfato (mono, di o trifosfato) (*figura 1*). El ADN es bicatenario (dos cadenas unidas entre sí); mientras que el ARN es monocatenario. Las bases presentes en los nucleótidos del ADN corresponden a Adenina que se aparea con Timina y Guanina que se aparea con Citosina. Las bases de los nucleótidos del ARN corresponden a Adenina, Uracilo, Guanina y Citosina. Cada nucleótido se distingue de otro, por la base nitrogenada, y por ello la secuencia del ADN se especifica nombrando sólo la secuencia de sus bases. La secuencia de estas cuatro bases a lo largo de la cadena es la que codifica la información genética. Un corresponde a una secuencia lineal de nucleótidos en el ADN.

Cuando se transcribe la información genética del ADN al ARN mensajero (ARNm), donde hay Adenina se coloca Uracilo, donde hay Timina se coloca Adenina y la Guanina se reemplaza por la Citosina. De ésta forma se garantiza que se pueda transferir la información de forma correcta al preARN mensajero. Durante el proceso de transcripción se copia la información presente en un gen específico, que consta de intrones y exones. Posteriormente y previo a la salida del núcleo se realiza lo que se conoce como la maduración del ARNm, que consiste en la eliminación de los intrones y la unión de exones por una enzima ligasa. De esta forma queda listo el ARNm para ser transportado al citoplasma, a través de los poros nucleares, e iniciar la síntesis de proteínas; bien sea en el Retículo Endoplasmático rugoso o en los poli-ribosomas.

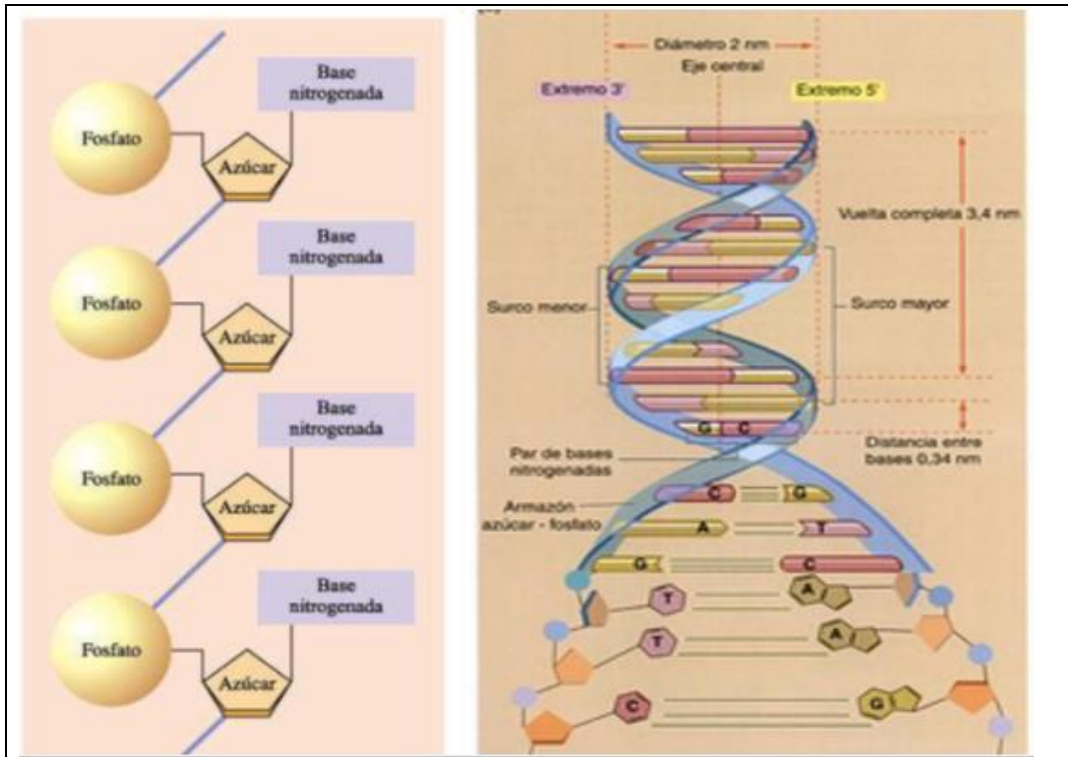
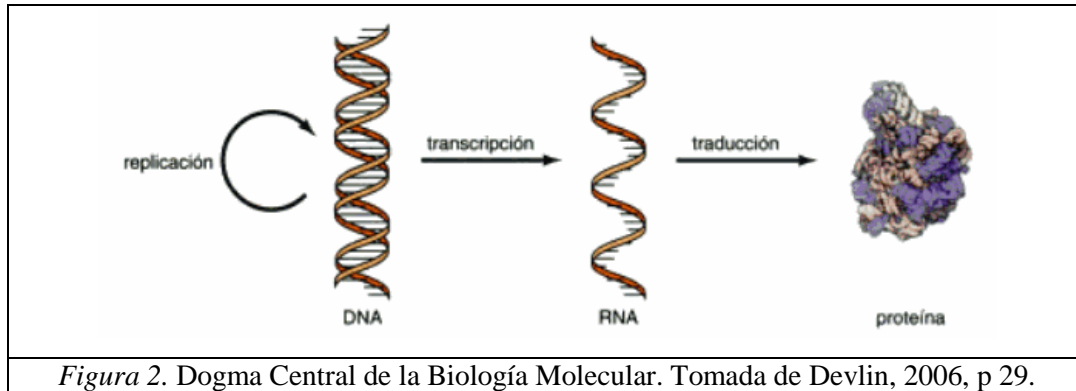


Figura 1. Estructura del ADN. A lado izquierdo está la estructura de un nucleótido. (Tomada de Curtis et al., 2003, p 94). Al lado derecho está la estructura de la doble hélice del ADN. (Tomado de Curtis et al., 2006, p 138).

El proceso de síntesis de proteínas, que se conoce como traducción se realiza en los ribosomas y comienza con el acoplamiento del ARNm a la subunidad mayor del ribosoma, luego se acopla la subunidad menor y se lee el codón de inicio, esto da lugar a la síntesis de una proteína. Se leen tripletas de nucleótidos (que se enuncian de acuerdo a la base). De acuerdo con el código genético a cada una de estas tripletas corresponde un aminoácido particular. El aminoácido que corresponde con la secuencia leída en el ARNm es transportado por un ARN de transferencia específico y mediante reacciones de síntesis de deshidratación se van construyendo los enlaces peptídicos y se va organizando lo que se conoce como la estructura primaria de las proteínas. Es importante resaltar que estos procesos se realizan mediados por diferentes proteínas y con gasto de ATP. Estas proteínas cumplen funciones de enzimas y de autorregulación de todo el proceso de traducción. A este proceso se le conoce como el Dogma central de la biología molecular (figura 2).



2.3.1.2. Ciclo celular

Características comunes a todas las células son: la presencia de membrana celular, citoplasma, presencia de ADN y el uso de ATP como molécula energética. Todas las células se reproducen, este proceso se realiza mediante fisión binaria en las células procariotas y mediante el ciclo celular en las células eucariotas. Pevio a la división celular tiene lugar la duplicación del ADN, un proceso mediado por enzimas y que requieren gasto de ATP.

El ciclo celular está constituido por tres grandes procesos: la *interfase*, la *fase M* (mitosis o meiosis y depende del objetivo del ciclo y del lugar donde tiene lugar éste) y la *citocinesis* (figura 3).

En la *interfase*, la célula se alista para dividirse en dos células; por esta razón hay un crecimiento celular y un intenso proceso de síntesis de organelos, de acumulación de energía y de materiales durante la fase G_1 y G_2 y un proceso de duplicación del material genético durante la fase S, por esta razón cada cromosoma presenta dos cromátidas hermanas, lo cual garantiza que las células resultantes del proceso posean información genética idéntica. La interfase comprende en su orden: la fase G_1 , la fase S y la fase G_2 . Al finalizar la interfase la célula está lista para dividirse en dos células, proceso que tiene lugar mediante la mitosis.

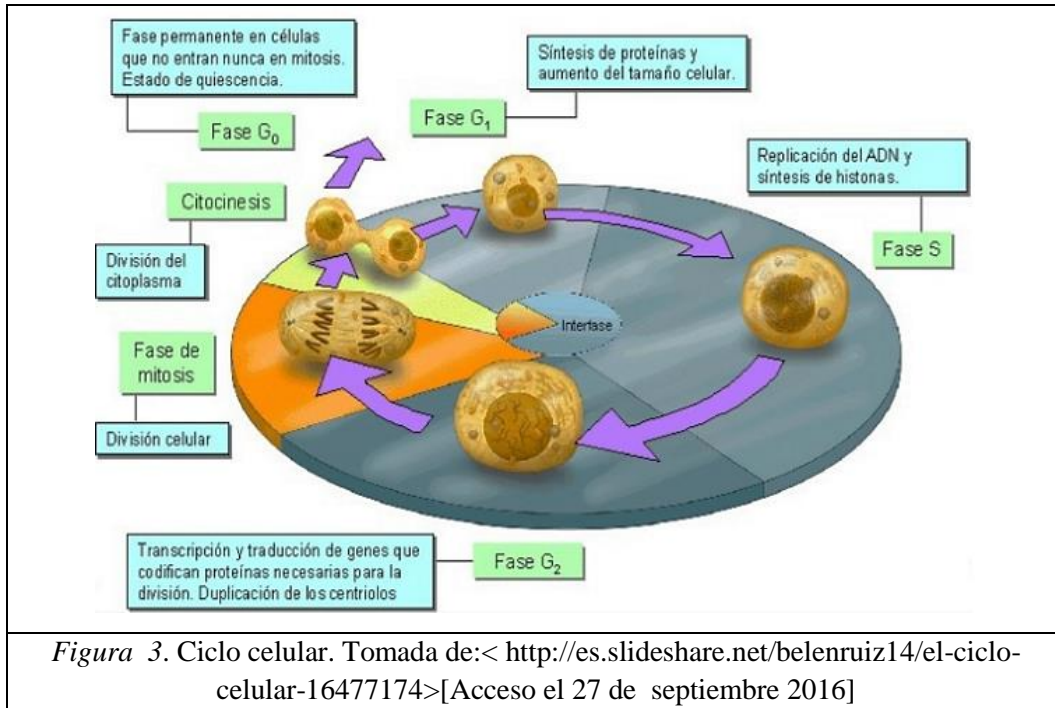


Figura 3. Ciclo celular. Tomada de: <<http://es.slideshare.net/belenruiz14/el-ciclo-celular-16477174>>[Acceso el 27 de septiembre 2016]

2.3.1.3. Mitosis

El proceso de la mitosis distribuye los cromosomas duplicados en cada nueva célula, la cual queda con una dotación completa. Al inicio de la mitosis cada uno de los cromosomas presenta dos cromátidas, que se mantienen juntas mediante el centrómero. La mitosis se subdivide en varias fases (figura 4).

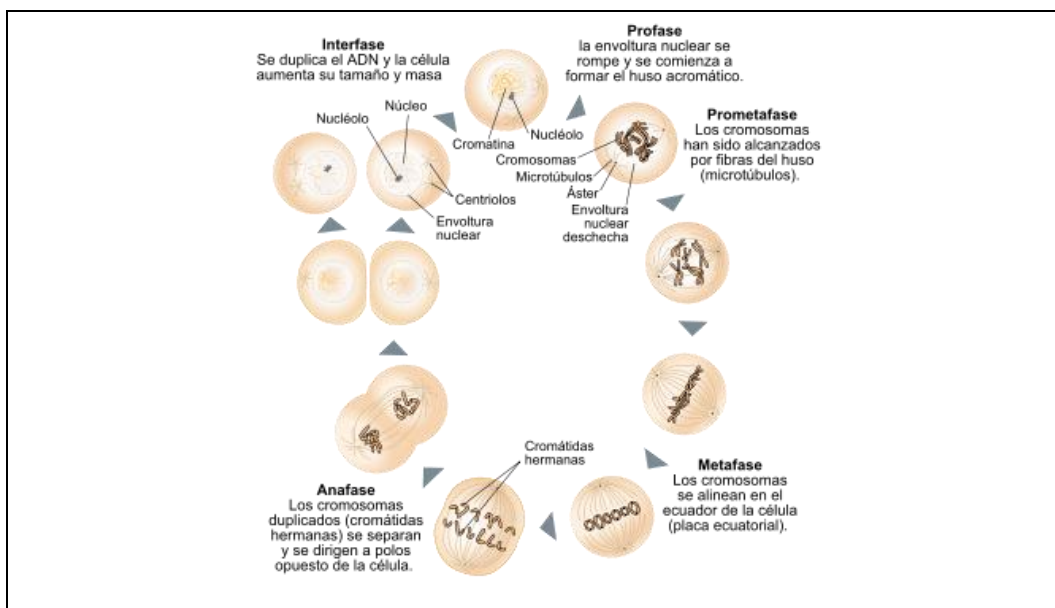


Figura 4. Fases de la Mitosis. Tomado de:

<<https://es.wikipedia.org/wiki/Mitosis>>[Acceso el 15 de septiembre de 2016]

Durante la *profase* se rompe la envoltura nuclear y desaparecen los nucléolos, los cromosomas se dispersan en el citoplasma y se organiza el huso acromático, el cual está formado por fibras que se extienden desde los polos al ecuador de la célula. Durante la *metafase* los pares de cromátidas, se mueven hacia el centro de la célula, a través de las fibras del huso y se disponen en el plano ecuatorial. Durante la *anafase* se divide el centrómero y se separan las cromátidas hermanas, que se mueven individualmente a cada polo de la célula. En la *telofase* se forma una envoltura nuclear alrededor de cada juego de cromosomas, el huso comienza a descomponerse, los cromosomas se desenvuelven y se extienden, apareciendo difusos nuevamente. En este momento las células quedan listas para dividir la membrana plasmática y la pared celular (Curtis et al., 2003). Cuando cada célula hija tiene el material genético (que es idéntico al de la célula madre), inicia un proceso de dividir el citoplasma que es la *citocinesis*, necesario para completar la división celular.

Igualmente, las células presentan *apoptosis* o muerte celular programada. En este proceso, la célula se encoge y se separa de las células vecinas, las membranas celulares se ondulan y se forman burbujas en la superficie. Posteriormente, la cromatina se condensa y los cromosomas se fragmentan, originando cuerpos apoptóticos (Curtis et al., 2003, p. 285).

2.3.1.4. Meiosis y reproducción sexual

La reproducción sexual requiere de dos progenitores y siempre comprende dos hechos: la *fecundación* y la *meiosis*. La *fecundación* es el medio por el cual las dotaciones genéticas de ambos progenitores se reúnen y forman una nueva identidad genética, la de la prole. La *meiosis* es un tipo de división nuclear la cual comienza con un proceso de interfase, que prepara la célula diploide ($2n$) para dividirse en cuatro células haploides (n).

Cuando nos referimos a número *haploide* (n) en las células sexuales o gametos, quiere decir que tienen exactamente la mitad del número de cromosomas que las células somáticas del organismo. En las células somáticas su número es *diploide* ($2n$), es decir, que tienen la dotación doble. Las células que tienen más de dos dotaciones cromosómicas se denominan poliploides. En los seres humanos por ejemplo, $n=23$ y $2n=46$. Cuando el espermatozoide fecunda a un óvulo, los dos

núcleos haploides (n) se fusionan $n+n=2n$, y el número diploide se reestablece. La célula diploide producida por la fusión de dos gametos se conoce como cigoto (Curtis et al., 2003, p. 289).

Durante la meiosis se mezcla la información genética presente en los cromosomas paternos y maternos, se redistribuyen los cromosomas duplicados durante la interfase de las células $2n$ y se producen cuatro células (n), cada una con un juego o un número haploide de cromosomas (n). Durante la fecundación (unión de dos gametos) se restablece el número diploide ($2n$) y a partir de esta célula, el cigoto, se forma un nuevo individuo (Curtis et al., 2003).

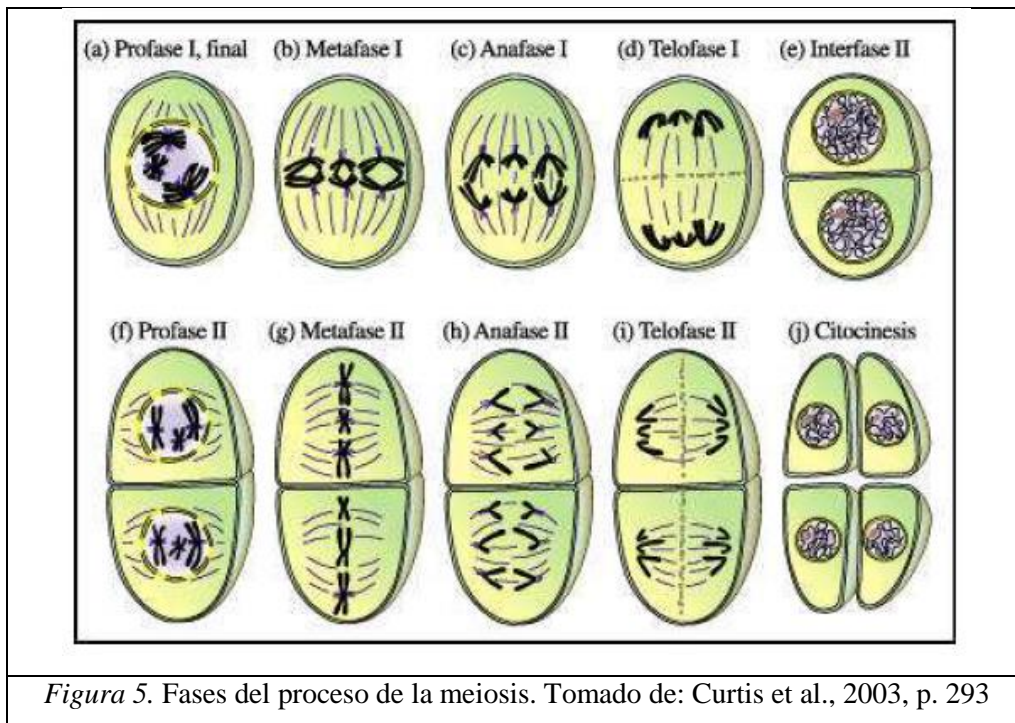


Figura 5. Fases del proceso de la meiosis. Tomado de: Curtis et al., 2003, p. 293

En el proceso de meiosis, cada núcleo diploide se divide dos veces, produciendo cuatro núcleos. Sin embargo, el número de cromosomas se divide a la mitad, una sola vez, durante la *anafase I*. Posteriormente durante la *anafase II* se dividen las cromátidas duplicadas mediante la división del centrómero. Ésta es la razón por la cual, cada núcleo en un gameto (óvulo o espermatozoide) contiene la mitad del número de cromosomas (n) de la especie. Durante la *profase I* de la meiosis el material genético presente en los cromosomas homólogos se recombina mediante el fenómeno de entrecruzamiento (*figura 5*). Durante las fases posteriores hay una segregación al azar de los cromosomas. Estos procesos dan lugar a que la información genética de los gametos (productos

meióticos), sea diferente a la información de los progenitores razón por la cual generan variabilidad genética al interior de la población (Curtis et al., 2003).

2.3.2. Desarrollo de la genética

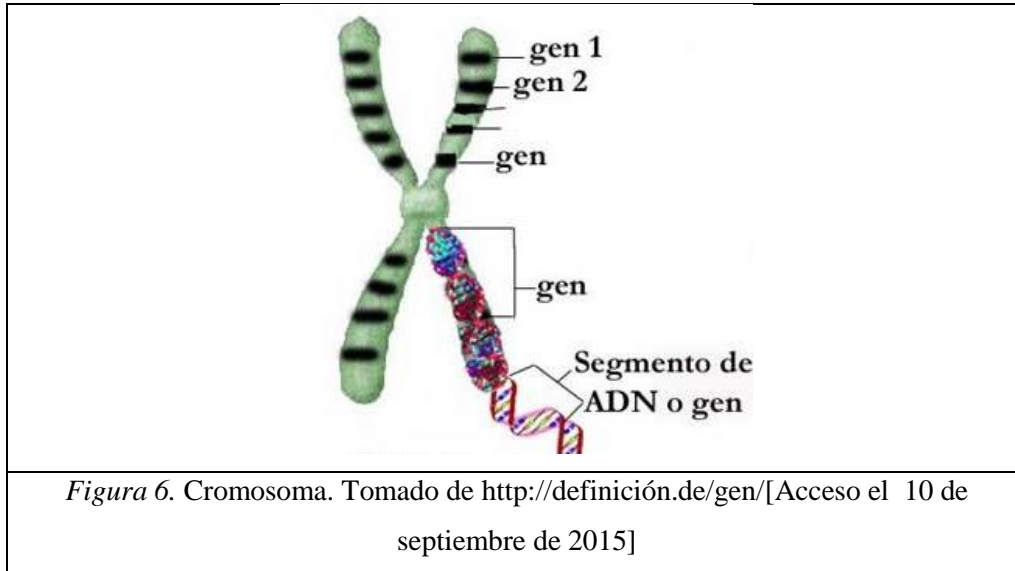
La esencia del proceso reproductor consiste en producir una nueva generación que se parezcan a sus progenitores, de tal manera que se asegure la preservación de la especie y la transmisión de su información genética (Villem et al., 1998). La ciencia que estudia los fenómenos de la herencia y su variación es la genética. Uno de los primeros aportes para descubrir cómo se transmiten los caracteres de una generación a otra, fue realizado por el botánico alemán Kölreuter, entre los siglos XVIII y XIX. En donde se destaca el aporte al cruzar dos plantas de tabaco, observando que la progenie resultante tenía caracteres intermedios entre las dos plantas paternas. Kölreuter ni sus contemporáneos alcanzaron a comprender los mecanismos de la herencia. Sin embargo, el estudio de la genética comenzó formalmente hasta la década de 1860, cuando Gregor Mendel, realizó una serie de experimentos en los cuales descubrió las leyes básicas de la genética a partir de sus estudios con guisantes. En la primera década del siglo XX, experimentos con diversas especies de plantas, animales y observaciones de la transmisión humana, demostraron que los principios básicos postulados por Mendel rigen la herencia en todos estos organismos (Villem, 1998, p.622).

2.3.2.1. Cromosomas, genes y alelos

Los *cromosomas* son cuerpos alargados que se distinguen en el núcleo de la célula. Cada cromosoma posee, una zona circular llamada centrómero, que regula el movimiento de los cromosomas durante la división celular (*figura 6*). Cada célula somática de un organismo contiene la misma información genética y un número determinado de cromosomas, de acuerdo con la especie. Por ejemplo, una célula somática normal en el ser humano posee 23 pares de cromosomas. Los cromosomas en individuos que se reproducen sexualmente se encuentran siempre por pares. Es decir, que los 46 cromosomas humanos corresponden a 23 pares, los que se diferencian en su longitud, forma y posición del centrómero (Curtis et al., 2006 p.95).

El juego de cromosomas que conforman la especie humana, se conoce con el nombre de cariotipo. El número normal de cromosomas es de 46: 22 pares de autosomas y 2 cromosomas sexuales, que se pueden distinguir por los patrones de sus bandas. Una mujer “normal” tiene 44

autosomas y dos cromosomas X, mientras que un hombre “normal”, tiene 44 autosomas y un cromosoma X y uno Y (Curtis et al., 2006, p.510).



El gen es considerado la unidad de almacenamiento de información genética, unidad de la herencia, y transmite esa información a la descendencia. Los genes están localizados en los cromosomas en el núcleo celular, se disponen a lo largo de ambas cromátidas de los cromosomas y ocupan, en el cromosoma una posición determinada llamada *locus*. El conjunto de genes de una especie se denomina genoma. (Griffiths et al., 2003., p.2).

2.3.2.2. Organismos homocigotos y heterocigotos

Es importante resaltar que un mismo gen puede tener diferentes formas conocidas como alelos. Por ello, la expresión externa de un rasgo genético en un individuo se conoce como *fenotipo*, mientras que la constitución genética se denomina *genotipo*. Un organismo con dos alelos exactamente iguales, ya sean dominantes (RR) o recesivos (rr), se denominan homocigotos para ese carácter; mientras que un organismo con un alelo dominante y uno recesivo para este carácter (Rr), se denomina heterocigoto. Un gen dominante es aquel que se manifiesta en el fenotipo, ya sea en un organismo homocigoto o heterocigoto; mientras que un gen recesivo es aquel que sólo se manifiesta cuando el organismo es homocigoto (Villem et al., 1998, p. 237).

2.3.3. Genética mendeliana

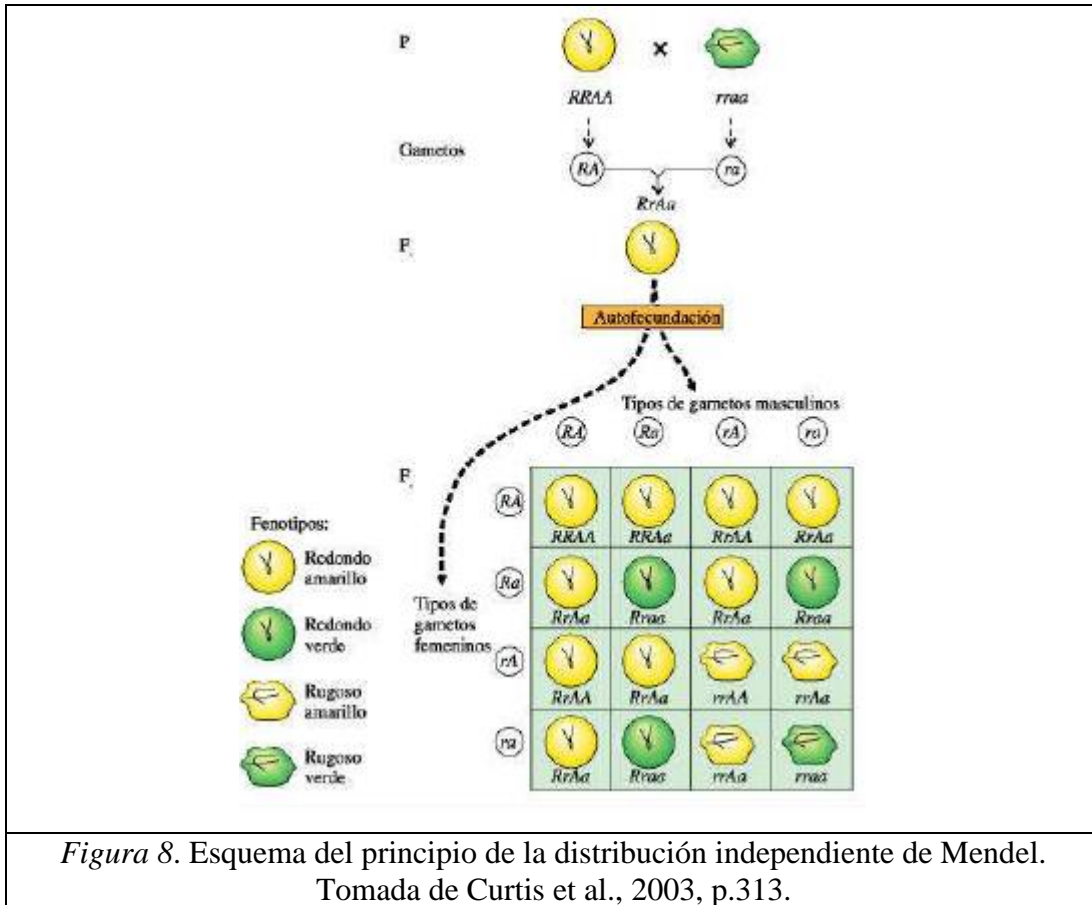
La gran contribución de Mendel fue demostrar que las características heredadas son llevadas en unidades discretas que se reparten por separado, se redistribuyen en cada generación. Estas unidades discretas, que Mendel llamó *elemente*, son los que hoy conocemos como *genes*.

La hipótesis de que cada individuo lleva un par de factores para cada característica y que los miembros del par segregan, es decir, se separan durante la formación de los gametos, se conoce como primera ley de Mendel, o *principio de segregación*. La segunda ley de Mendel, o *principio de la distribución independiente*, establece que, cuando se forman los gametos, los alelos del gen para una característica dada segregan independientemente de los alelos del gen para otra característica (Curtis et al., 2003, p.167).

Las mutaciones son cambios abruptos en el genotipo, son la fuente primaria de las variantes genéticas estudiadas por Mendel. Diferentes mutaciones en un gen único incrementan la diversidad de alelos de ese gen en la población. En consecuencia, la mutación aporta la variabilidad existente entre los organismos, que es la materia prima para la evolución (Curtis et al., 2006, p. 306).

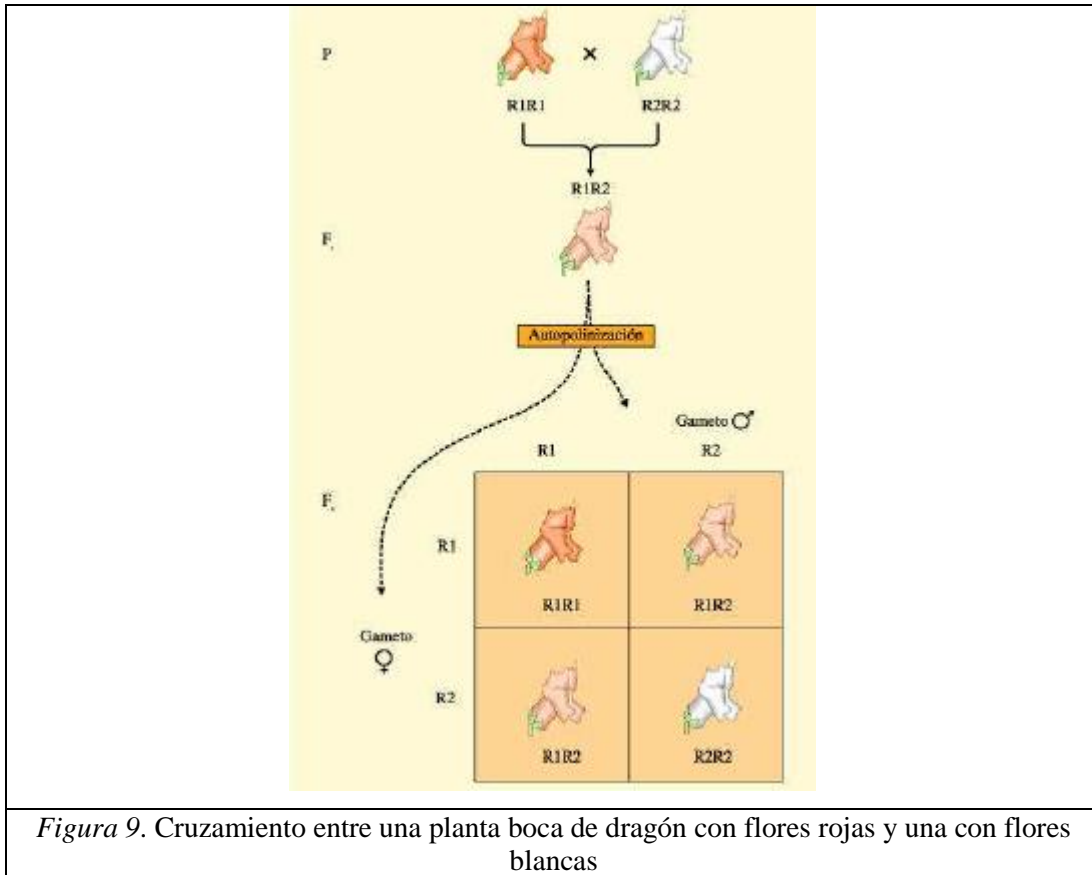
2.3.3.1. Leyes de Mendel

Mendel cruzó una planta de guisante pura de semillas amarillas con una planta pura de semillas verdes, transfiriendo el polen de las anteras de una planta a los estigmas de la otra (Curtis et al., 2000). Obteniendo plantas con vainas de guisantes que contenían solamente semillas amarillas (aquí se puede establecer que el color amarillo es dominante frente al color verde que sería recesivo), a las cuales llamó F1. Cuando estas semillas germinaron y sus plantas florecieron, las dejó auto polinizarse, obteniendo una segunda generación que contenía tanto semillas amarillas como verdes, en una proporción aproximada de 3:1 (*figura 7*).



2.3.3.1.3. Codominancia

Cuando ambos alelos se expresan en un organismo heterocigoto, se obtiene un fenotipo con características intermedias entre la característica dominante y la recesiva. Entonces se dice que los genes muestran dominancia incompleta o que son *codominantes*; por esta razón las proporciones genotípicas y fenotípicas son iguales (Curtis et al., 2006, p.322). Un ejemplo de este tipo de dominancia es la que se observa en la flor de dragón, donde plantas con flores blancas cruzadas con plantas de flores rojas producen plantas de flores rosadas (*figura 9*).



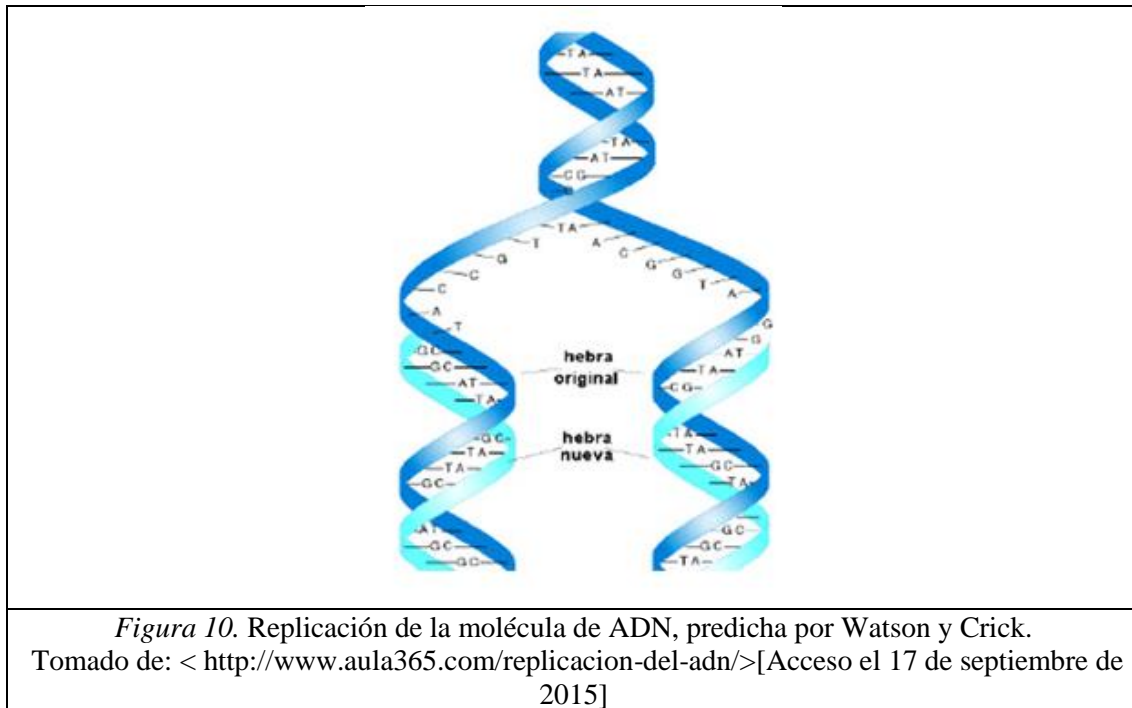
2.3.4. Transmisión de la herencia

Años posteriores, los estudios de Watson y Crick llegaron a considerar el ADN como material genético y definieron tres características principales: a) el ADN debe contener información que codifica las características hereditarias, b) el ADN debe reunir la información que dirige su propia duplicación y c) el ADN debe alojar la información que dirige el ensamble de proteínas específicas (Karp, 2005, p. 436).

2.3.4.1. Síntesis del ADN: duplicación

En el proceso de síntesis del ADN, las dos cadenas que forman su estructura, se separan y a partir de cada una se forma la hebra complementaria de ella, lo cual resulta en dos nuevas cadenas de ADN idénticas. Los nucleótidos de la nueva cadena se unen en un orden específico, porque cada nucleótido de la cadena original se aparea con la del nucleótido complementario. El nucleótido Adenina se aparea con Timina y el nucleótido Guanina se aparea con Citosina.

Durante este proceso, se forman enlaces de fosfatodiéster por la acción de la ADN polimerasa, que une los nucleótidos adyacentes en la cadena, formando una nueva cadena de polinucleótidos. La cadena nueva y la original se enrollan entre sí, formando dos nuevas moléculas de ADN. De esta forma cada cromosoma duplicado posee dos cromátidas hermanas (con información genética idéntica) (figura 10).



2.3.4.2. Transcripción: Síntesis de ARN

En el proceso de transcripción se requiere de tres tipos de moléculas de ARN: a) El ARNm (mensajero), donde se transcribe la información genética del ADN al ARNm, que lo transporta al citoplasma, b) El ARNr (ribosomal), constituye gran parte de los ribosomas, el lugar donde tiene lugar la síntesis de proteínas y c) el ARNt (transferencia), que trae el aminoácido correspondiente a la tripleta del código genético y lo coloca en su lugar en la cadena polipeptídica (Vilée, 1996, p.662). El ARN sufre una serie de transformaciones antes de salir hacia el citoplasma, porque las secuencias de ciertos genes son eliminadas (intrones) y otras son empalmadas (exones) (figura 11). La secuencia de bases presente en el ARN determina la secuencia de aminoácidos de la proteína por medio del código genético (Karp, 2005, p.522).

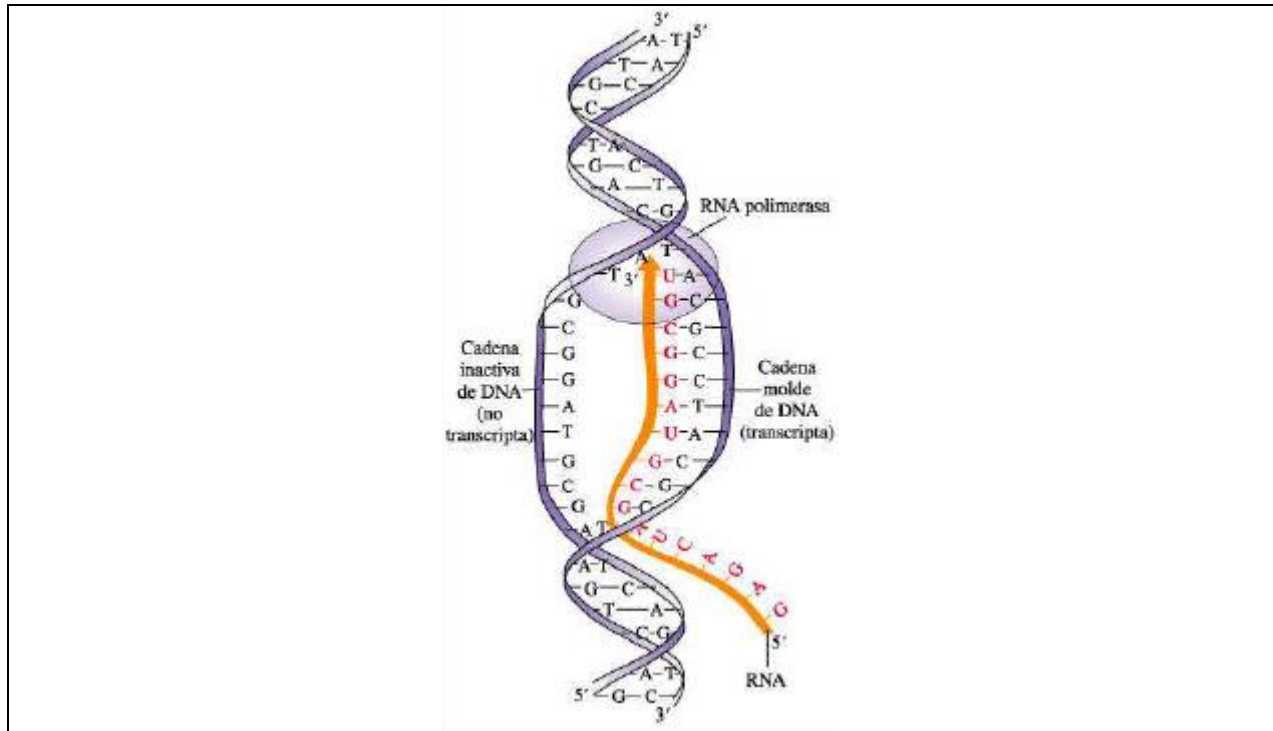


Figura 11. Representación esquemática de la transcripción del ARN. Tomada Curtis et al., p. 375

2.3.4.3. El código genético

El código genético es el conjunto de reglas universal que define la traducción, en el citoplasma, de una secuencia de nucleótidos en el ARNm a una secuencia de aminoácidos en una proteína en todos los seres vivos. El código genético determina como, una tripleta de bases de nucleótidos adyacentes, denominada codón, especifica un aminoácido particular. La lectura del código inicia en un punto fijo en la cadena de ARNm y lee cada tres nucleótidos a la vez, hasta llegar a un punto de terminación específico, el cual señala el final del mensaje. Al finalizar el proceso de traducción se obtiene la estructura primaria de una proteína (Curtis et al., 2006, p.188).

2.3.5. Tecnología del ADN Recombinante

La genética se centra en el análisis de la naturaleza de los genes, y uno de los principales objetivos es la caracterización de su estructura y función. Actualmente, se pueden modificar los genes recombinando fragmentos de ADN, procedentes de fuentes diferentes e insertando estas

moléculas modificadas en otras células, donde se expresan, es decir, se traducen a proteínas. Esta tecnología se conoce como *ADN recombinante* (Curtis et al., 2006., p.393).

2.3.5.1. Formación del ADN recombinante

El descubrimiento que hizo posible el desarrollo de la tecnología del ADN recombinante fue la identificación de las enzimas, producidas por varias especies bacterianas como mecanismo de defensa frente a los fagos. Estas enzimas denominadas *enzimas de restricción* no cortan aleatoriamente, sino en secuencias diana específicas, una propiedad que las hace muy útiles para la manipulación del ADN. Los fragmentos de ADN así obtenidos se unen con las enzimas ligasas. Por lo tanto, las *enzimas de restricción* y las *ligasas* permiten romper y reunir de nuevo los fragmentos de ADN (Griffiths et al., 2006, p. 301).

A menudo, los fragmentos de restricción presentan extremos cohesivos que facilitan su inserción en un vector capaz de replicarse en una célula bacteriana. Estas moléculas *híbridas* se denomina ADN recombinante. Las bacterias amplifican una molécula recombinante individual y así dan lugar a un clon. Se puede clonar todo el genoma en una población de clones denominada genoteca (Griffiths et al., 2006, p.331).

2.3.5.2. Vectores

También son importantes en la manipulación del ADN los *vectores*, partes de ADN que se pueden auto-replicar (generar copias de ellos mismos) con independencia del ADN de la célula huésped donde crecen. Estos vectores permiten obtener múltiples copias de un fragmento específico de ADN. Los vectores deben ser moléculas que satisfagan las siguientes características:

- Relativamente pequeñas, para que sean fáciles de manipular.
- Deben ser capaces de proliferar en una célula viva, y permitir la amplificación del fragmento donante insertado.

- Que contengan sitios de restricción convenientes para la inserción del ADN que se desea clonar.

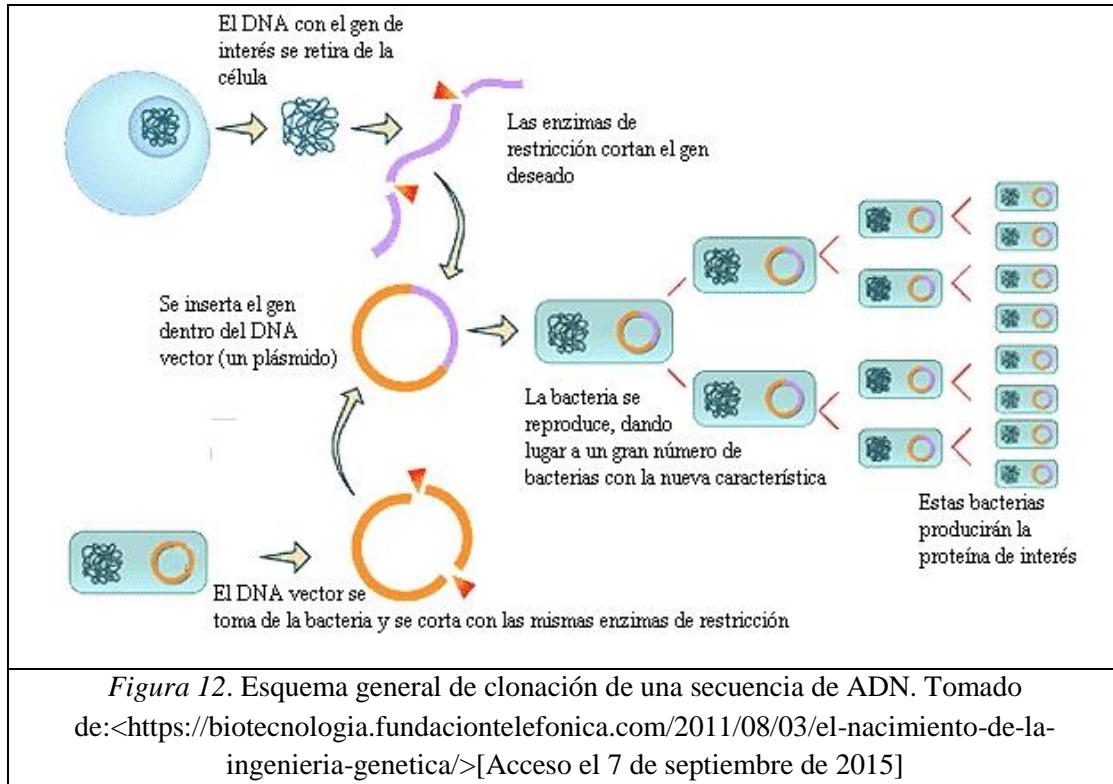
-Que ofrezcan un mecanismo para la identificación y la recuperación de las moléculas recombinantes.

Actualmente, hay muchos vectores de clonación disponibles y la elección entre ellos suele depender del tamaño del segmento de ADN que se desea clonar. Ejemplos de ellos son: los plásmidos, fago lambda, cósmidos, fagos de cadena sencilla (Griffiths et al., 2006, p. 307).

2.3.5.3. Clonación del ADN

La clonación del ADN es una técnica para producir grandes cantidades de segmento de ADN específico. El segmento de ADN que se clona se une primero con un ADN *vector*, que es un vehículo para transportar el ADN extraño a una célula huésped adecuada, como ejemplo la bacteria *E. coli*. El vector contiene secuencias que le permiten replicarse dentro de la célula huésped. A menudo, se utilizan dos tipos de vectores para clonar ADN dentro de huéspedes bacterianos. En una de las técnicas el segmento de ADN que va a clonarse se introduce en la célula bacteriana mediante la unión de éste con un plásmido, para luego introducir a la célula bacteriana a captar el plásmido del medio (Karp, 2005, p.823). En una técnica alternativa, el segmento de ADN se une con una porción del genoma del virus bacteriano lambda (λ), que luego se permite que infecte un cultivo de células bacterianas para producir gran cantidad de virus, cada uno de los cuales contiene el segmento ajeno de ADN (Karp.2005, p.823). (figura12).

De cualquier manera, una vez que el segmento de ADN está dentro de una bacteria, éste se replica junto con el ADN bacteriano (o viral) y se reparte en las células hijas (o partículas virales producidas). Por tanto, el número de moléculas de ADN recombinante aumenta en proporción con el número de células bacterianas (o progenie viral) que se forman (Karp, 2005, p.824).



Para la clonación de ADN eucariota en plásmidos bacterianos, el ADN ajeno que desea clonarse se inserta primero en el plásmido para formar una molécula de ADN recombinante. Los plásmidos que se utilizan para la clonación de ADN son versiones modificadas de los que se encuentran en las células bacterianas. Estos plásmidos contienen un origen de replicación y uno o más genes que constituyen la célula receptora resistente a uno o más antibióticos. Esto último es lo que le permite a los investigadores seleccionar las células que contiene el plásmido recombinante (Griffiths et al., 2006, p. 824).

2.3.5.4. La reacción en cadena de la polimerasa

Otra forma de obtener muchas copias idénticas de una parte determinada de ADN sin necesidad de células bacterianas es la Reacción en Cadena de la Polimerasa o PCR (por sus siglas en inglés), ideada en 1983 por Kary Mullis. Éste método permite mecánicamente la amplificación de genes en grandes cantidades a partir de muy poco ADN (figura 13). La PCR implica la adición de un cebador corto en cada extremo de la secuencia elegida de ADN, que básicamente

define los límites de la secuencia de ADN que se quiere multiplicar; separando las dos cadenas de la doble hélice por calentamiento y exponiéndolas a un ADN polimerasa que reconoce a los cebadores en lados opuestos de la cadena y duplica el número de cadenas de ADN en la muestra. De este modo en la PCR, ambas cadenas de ADN se copian simultáneamente. (Griffiths et al., 2006, p.326).

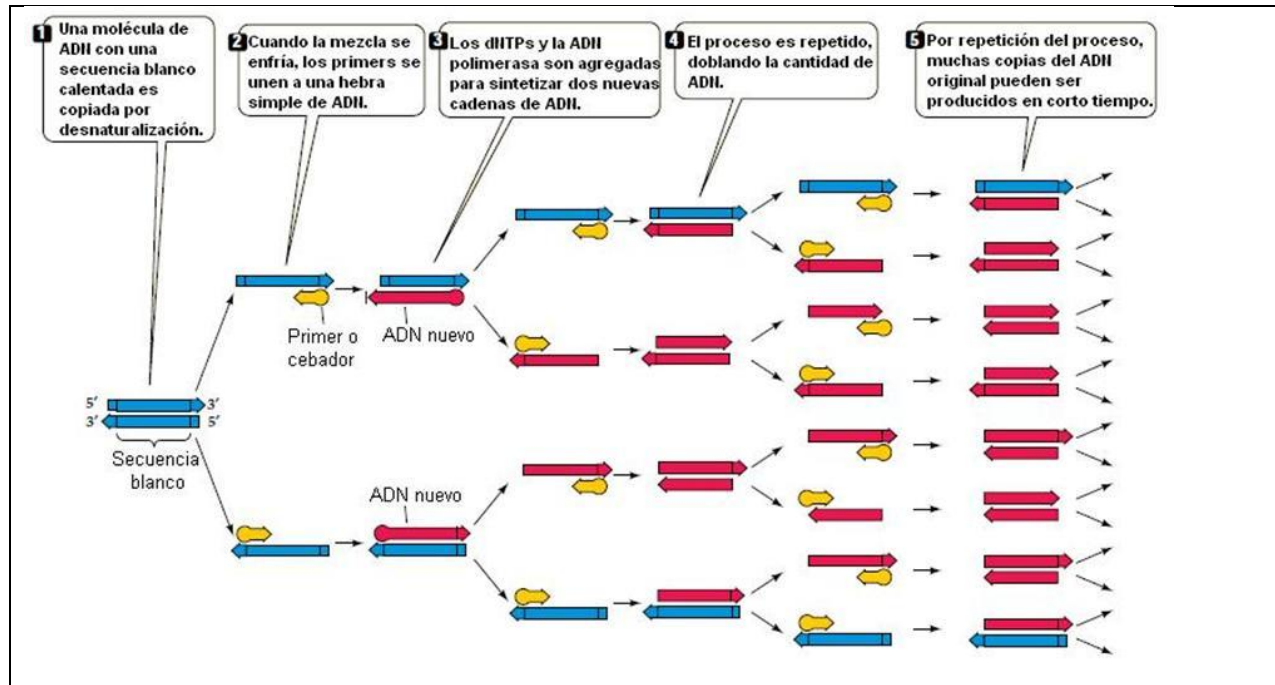


Figura 13. Técnica de la PCR.

Tomada de: <<http://m.exam-10.com/biolog/382/index.html?page=2>>[Acceso el 20 de octubre de 2015]

2.3.6. La ingeniería genética y sus aplicaciones

Los últimos adelantos obtenidos gracias a la tecnología del ADN recombinante han permitido la aplicación de ésta en diferentes campos: desde la producción de bacterias que generan proteínas útiles, hasta el desarrollo de plantas superiores y animales que expresan genes ajenos, lo que ha permitido el avance sin precedentes en áreas como farmacia, medicina, agricultura, ganadería y genética humana.

Las nuevas prácticas surgidas de la ingeniería genética aplicadas al área de medicina han originado el surgimiento de lo que se conoce como la terapia génica y la insulina.

La **Terapia Génica** consiste básicamente en la administración de ADN como medicamento, se espera teóricamente que contribuya a corregir enfermedades genéticas, retardar el desarrollo de tumores y enfermedades neurodegenerativas, además de ofrecer una alternativa para enfrentar infecciones virales. Es decir, puede orientarse tanto hacia enfermedades hereditarias como a afecciones adquiridas (Karp, 2005, p. 744)

Muchas terapias génicas contra el cáncer pretenden inducir a las células cancerosas a producir sustancias que las eliminen, activen una fuerte respuesta inmune contra ellas o anulen el aporte sanguíneo que los tumores requieren para desarrollarse. Los problemas técnicos que enfrenta la terapia génica son importantes e impiden que los resultados sean los deseados. (Griffiths et al., 2003, p. 361)

Múltiples controversias se han originado, dentro de la comunidad científica, como en otros sectores de la sociedad. Los posibles riesgos derivados de introducir ADN foráneo en el genoma de un individuo, ya que los genes no están aislados, sino que interactúan entre sí, ha sido el centro del debate. En la medida en que se avance tanto en la investigación clínica como en la investigación básica, probablemente se irán despejando algunas de esas dudas.

Otro ejemplo es la producción de **insulina humana** por medio de la bacteria *E. coli*, una de las primeras proteínas que se obtuvo por medio de la ingeniería genética en forma comercial. Previamente, la insulina solamente se obtenía de otros animales; personas diabéticas se volvieron alérgicas a la insulina de fuentes animales debido a que la secuencia de aminoácidos difiere ligeramente de la del ser humano. La producción de la proteína humana por métodos de ADN recombinante ha generado beneficios médicos significativos para los diabéticos (Karp, 2005, p. 745).

Otro ejemplo es la producción de **hormona del crecimiento humano**. Dicha hormona se obtenía en pequeñas cantidades solamente de cadáveres, existiendo la posibilidad de que algunos preparados se contaminaran con virus (Griffiths et al., 2003, p. 363).

2.3.6.1. Organismos transgénicos

Los organismos superiores a quienes se les ha incorporado genes foráneos se denominan transgénicos, éste término suele emplearse para plantas y animales. Con frecuencia se utilizan virus como vectores, aunque también se han empleado otros métodos, como inyección directa de ADN en las células.

Una manera de reconstruir genéticamente las proteínas animales consiste en utilizar animales vivos que han incorporado un gen extraño para producir la proteína recombinante. Estos animales transgénicos suelen obtenerse por micro-inyecciones del ADN de un gen específico en el núcleo de un óvulo fecundado receptor, estos óvulos fecundados se implantan en el útero de una hembra para que se desarrolle (Villem, 1998, p 335).

A partir de células vegetales individuales en cultivo, se pueden desarrollar plantas completas. Esto brinda la oportunidad de modificar la composición genética de las plantas mediante la introducción de ADN en los cromosomas de células cultivadas que después pueden crecer hasta plantas maduras. El sistema de vector más utilizado se recurre a la bacteria formadora de agallas *Agrobacterium tumefaciens*. Esta bacteria por lo general produce tumores o agallas en los vegetales al introducir un plásmido especial, llamado plásmido *inductor de tumores* o *plásmido Ti*, en las células de su huésped. El plásmido induce el crecimiento anormal forzando a las células de la planta a producir grandes concentraciones de una hormona de crecimiento vegetal, la citocinina (Villem, 1998, p.337).

2.3.6.2. El proyecto genoma humano

El desarrollo de técnicas en ingeniería genética permitió conocer la secuencia completa del Genoma Humano en el año 2001. Esta información puede ser de gran utilidad para el estudio del origen de enfermedades genéticas y la determinación de posibles tratamientos. Si bien el genoma humano presenta polimorfismos, lo que hace que la secuencia de ADN de cada persona sea diferente, hay secuencias generales que se reconocen en todos los individuos. Una vez que un gen ha sido secuenciado en varias personas, se pueden identificar las secuencias polimórficas e intentar relacionarlas con la susceptibilidad a una determinada enfermedad. Por otra parte, la identificación de secuencias homólogas y la comparación con las de organismos modelo ampliamente estudiados, permite inferir las posibles funciones de un gen (Griffiths et al., 2003, p. 355).

CAPÍTULO 3

DISEÑO METODOLÓGICO

El capítulo que se desarrolla a continuación muestra una descripción del proceso llevado a cabo durante el presente trabajo.

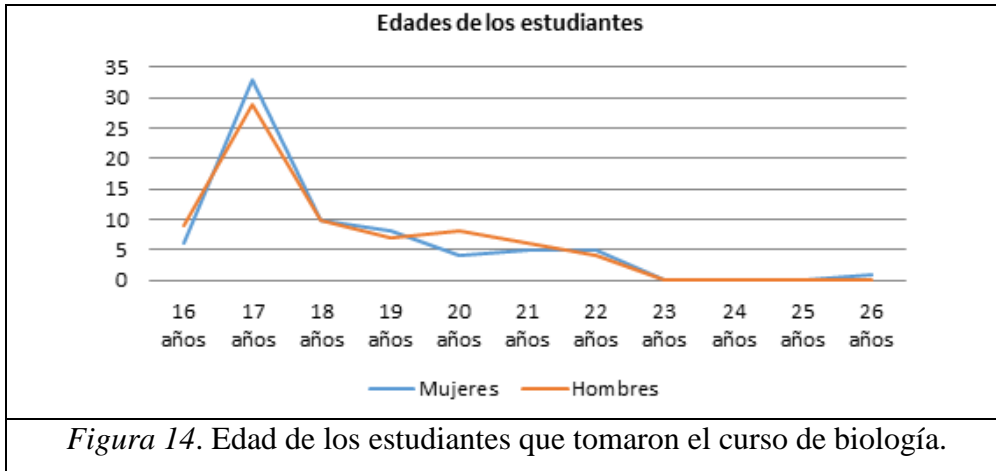
3.1 Estudiantes que participaron en la propuesta

El trabajo se realizó con 145 estudiantes que cursaban la asignatura de Biología, pertenecientes a las carreras de: Enfermería, Psicología, Nutrición, Ingeniería Agrícola, Medicina veterinaria, Química, Geología, Zootecnia, Fonoaudiología y Antropología de la Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá. Para algunos estudiantes esta asignatura era de fundamentación y para otros se constituyó en un curso electivo.

La población de estudiantes se encontraba en diferentes semestres y carreras (tabla 2) y su rango de edad se presenta en la gráfica 1.

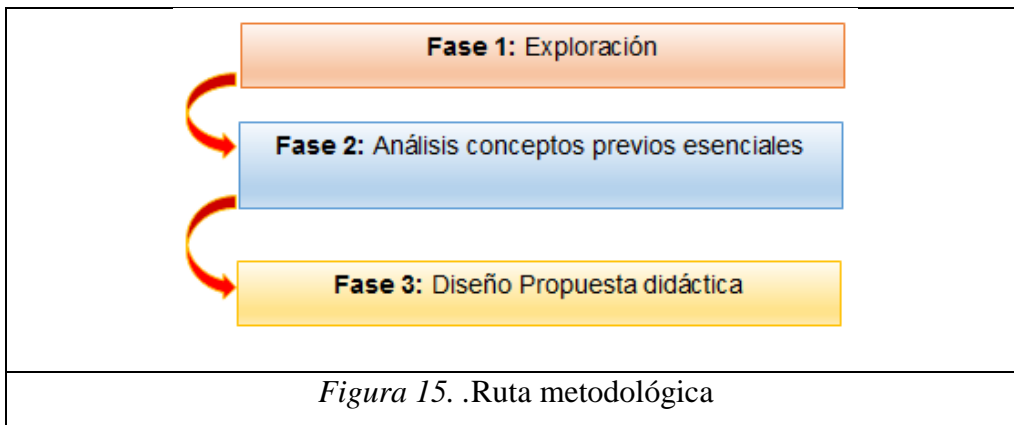
Carrera	N. de estudiantes	Semestre
<i>Enfermería</i>	34	1,2,3,4
<i>Psicología</i>	34	1 y 3
<i>Nutrición</i>	19	1
<i>Ingeniería Agrícola</i>	15	1,2
<i>Medicina veterinaria</i>	14	1,2
<i>Química</i>	13	1
<i>Geología</i>	12	3,4,5
<i>Zootecnia</i>	2	2
<i>Fonoaudiología</i>	1	1
<i>Antropología</i>	1	7
TOTAL	145	1,2,3,4,5,7

Tabla 2. Distribución de estudiantes por carrera y semestre



3.2 Metodología

El trabajo se desarrolló a través de tres fases. La fase 1, denominada *fase de exploración*, se abordó a partir de la aplicación de una prueba diagnóstica, que permitió detectar las ideas previas con relación a los conceptos de genética de los estudiantes que cursaban la asignatura de biología. La fase 2, *fase de análisis de conceptos previos esenciales*, se desarrolló mediante la interpretación de los resultados obtenidos en la fase de exploración, lo que permitió identificar las dificultades cognitivas que presentaban los estudiantes y que podrían obstaculizar la comprensión del tema. En la fase 3, *fase de diseño*, se planteó la estructura de una secuencia de actividades con el propósito de facilitar la superación de los conflictos cognitivos evidenciados, mejorar la comprensión de la genética y transponer estos conceptos en la ingeniería genética (figura 15).



3.2.1 Fase 1: Exploración

Para reconocer el proceso de aprendizaje de los estudiantes frente al tema de la herencia y saberes asociados, era importante identificar los conceptos previos que los estudiantes tenían acerca de genética, con el fin considerar algunos criterios necesarios para seleccionar contenidos o tópicos temáticos para la construcción de las actividades de enseñanza que favorecieran el aprendizaje de los estudiantes y que éstos estuvieran asociados a un contexto cotidiano.

Con respecto a esto, se aplicó una prueba diagnóstica a 145 estudiantes que cursaban la asignatura de Biología General de la Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá, cuyo objetivo principal era establecer el estado actual de los estudiantes frente a la temática de genética. La prueba diagnóstica estaba diseñada con preguntas cerradas de selección múltiple con única y varias respuestas, además, de preguntas abiertas, que le permitían al estudiante argumentar sobre un aspecto en particular. En el anexo 1, se presenta la prueba diagnóstica trabajada con los estudiantes.

3.2.2 Fase 2: Análisis de los conceptos previos

A partir de las respuestas presentadas por los estudiantes, se revisó cada uno de los ítems y se clasificaron, para evidenciar la tendencia de las respuestas. Posterior a esto, se graficaron los resultados y se propusieron unas observaciones sobre los mismos. Para cada una de las preguntas, se revisaban los aspectos en los que los estudiantes presentaban alguna dificultad, para identificar de manera preliminar los tópicos conceptuales que se podían abordar en la propuesta didáctica. Dicho análisis se puede evidenciar en el capítulo 4.

3.2.3 Fase 3: Diseño de la Propuesta de aula

De acuerdo con el análisis desarrollado en la fase anterior, se determinaron los tópicos de trabajo para plantear la secuencia de actividades que permitieran mejorar la comprensión de los conceptos de genética de la herencia y asociados a la cotidianidad, además, que respondieran coherentemente, a los contenidos que se debían abordar en la Asignatura de Biología General de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá. Dichas actividades, se constituirían más adelante, en la estrategia didáctica de aula.

Se planteó una secuencia de actividades que orientara a los estudiantes a realizar una consulta individual, que involucrara procesos de lectura, extracción y organización de la información, revisando así diferentes artículos científicos, lecturas relacionadas con genética, páginas web, videos en YouTube, wikis, blogs, entre otras herramientas de la web, esto con el fin de que los estudiantes confrontaran sus ideas y desarrollaran procesos significativos de aprendizaje, además, de permitirles fortalecer y generar mayores procesos de comprensión con relación al concepto de la herencia en contextos cotidianos. Para el diseño de la propuesta de aula se plantea una unidad didáctica estructurada en cuatro momentos:

1. Célula y la genética
2. Ingeniería genética aplicada a la biotecnología
3. Mucho más que genes
4. Metacognición

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS Y RESULTADOS

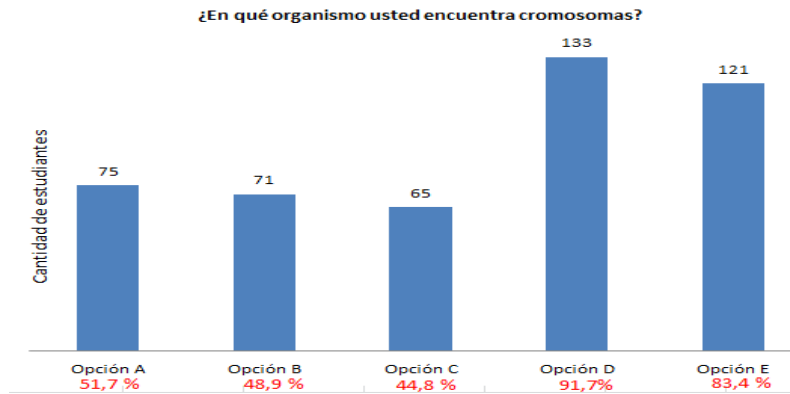
Un aprendizaje es significativo cuando los contenidos nuevos son relacionados con algún aspecto existente y relevante de la estructura cognoscitiva del estudiante, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición (Ausubel, 1968). Es decir, durante el proceso de enseñanza-aprendizaje es importante explorar los conocimientos previos en los estudiantes, que puedan ser conectados con el concepto nuevo. Para la construcción de aprendizajes se facilita la existencia de alguna información previa para realizar esta conexión, proceso que permite asimilar e reinterpretar la información nueva modificando la estructura conceptual y transformándola. Explorar lo que saben los estudiantes es una estrategia que debe emplearse antes de impartir la nueva información o antes de los estudiantes indaguen o inicien alguna actividad de discusión sobre el material de aprendizaje. La discusión guiada, es un proceso interactivo mediante el cual el profesor y estudiantes intercambian información informal acerca de un tema determinado. Para la aplicación de esta estrategia se facilita conocer las explicaciones que realizan los estudiantes sobre determinadas temáticas:

La exploración de ideas previas con relación a la genética se realizó mediante una prueba diagnóstica a 145 estudiantes del curso de biología. Ésta presenta varios tipos de preguntas: selección múltiple con única respuesta, selección múltiple con varias opciones de respuesta y preguntas abiertas para conocer la opinión de los estudiantes sobre algún aspecto en particular.

Para el análisis de las respuestas se precedió de la siguiente forma: En las preguntas de selección múltiple revisó la frecuencia en la selección de las respuestas y para las preguntas abiertas, se revisaron los conceptos similares en las respuestas. A continuación se presenta para cada una de las preguntas las opciones de respuesta, la representación gráfica de los resultados y algunas observaciones sobre los mismos:

Pregunta 1: ¿En qué organismo usted encuentra cromosomas?

OPCIONES DE RESPUESTA	
A	En una bacteria
B	En un roble
C	En una ameba
D	En una ardilla
E	En una mariposa

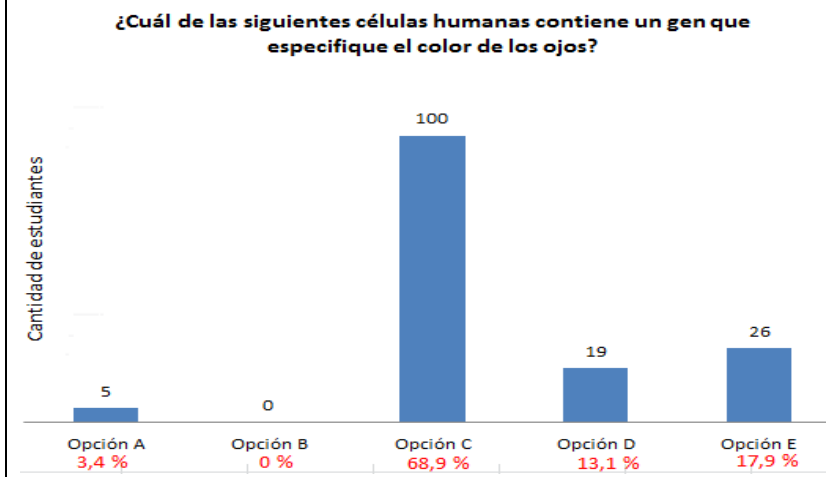


Observaciones respecto a las respuestas: Esta pregunta es de selección múltiple, con varias opciones de respuesta, particularmente, todas son correctas. Las opciones D y E, presentaron mayor selección por parte de los estudiantes (91,7% y 83,4% respectivamente), lo que indica que ellos reconocen que en una ardilla y en una mariposa se encuentran cromosomas. Las opciones A y B, fueron seleccionadas cada una aproximadamente por la mitad de los estudiantes (51,7% y 48,9% respectivamente), lo que evidencia que parcialmente los estudiantes reconocen que en una bacteria y en un roble se encuentran cromosomas. La opción C fue seleccionada por menos de la mitad de los estudiantes, lo que indica que tan solo el 44,8% de los estudiantes reconocen que en una ameba se encuentran cromosomas.

Es necesario abordar con los estudiantes el concepto de célula como unidad funcional y estructural de los seres vivos, específicamente, lo relacionado con cromosomas, estructura celular con los niveles de organización del organismo, entre otros, para lograr que se disminuya el porcentaje de estudiantes que desconocen que en organismos de los reinos vegetal, mónica y protista, también poseen cromosomas, ya que para este caso, los porcentajes son significativos (48,3%, 51,1% y 55,2% respectivamente).

Pregunta 2: ¿Cuál de las siguientes células humanas contiene un gen que especifique el color de los ojos?

OPCIONES DE RESPUESTA	
A	Células del ojo
B	Células del corazón
C	Gametos
D	Células del ojo y gametos
E	Todas las anteriores



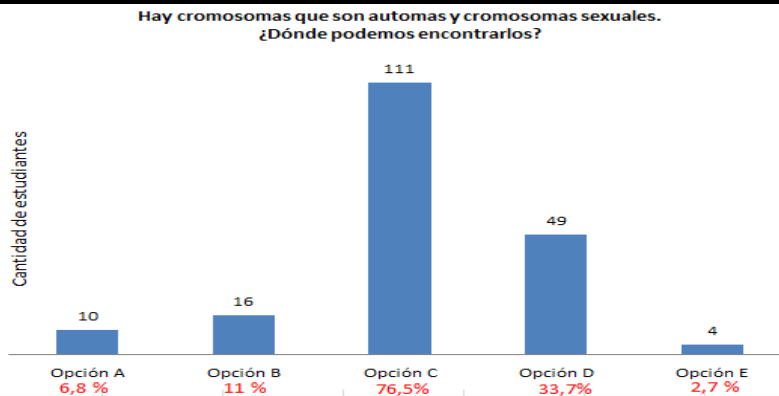
Observaciones respecto a las respuestas: El 68,9% de los estudiantes identifican que en los gametos se encuentra un gen que especifica el color de ojos de una persona y tan solo el 17,9% de los estudiantes reconoce que en las células del ojo, corazón y gametos (células haploides o diploides), se encuentra dicho gen y ningún

estudiante afirma que en las células del corazón se pueda encontrar un gen que especifique el color de ojos de una persona. Las observaciones presentadas, llevan a considerar que es necesario fortalecer en los estudiantes, la estructura celular, a la comprensión de donde se almacena la información genética, a la ubicación del genoma en el organismo y a la comprensión misma de la función del ADN, para permitir una mejor apropiación de estos conceptos.

Pregunta 3: Hay cromosomas que son autosomas y cromosomas sexuales. ¿Dónde podemos encontrarlos?

OPCIONES DE RESPUESTA

A	Una neurona
B	Una célula de la piel
C	Un gameto
D	Una célula madre
E	Otra opción



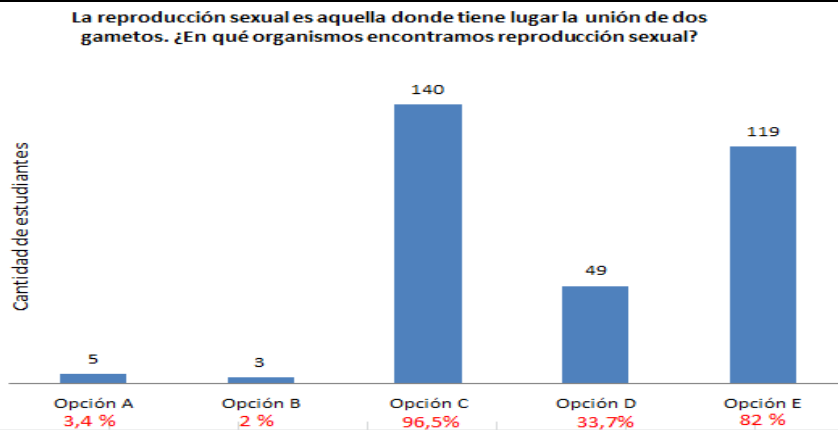
Observaciones respecto a las respuestas: La respuesta a la pregunta serían la A, B, C, D o en su defecto se esperaría que respondieran en la opción E que en todas las células. El 76,5% de los estudiantes manifiesta que en un gameto se encuentran ambos tipos de cromosomas. El 33,7% de los estudiantes manifiesta que en las células madre se pueden encontrar los cromosomas que son autosomas y los que son sexuales. Se puede suponer que un 93,2% y 89% respectivamente, no identifican en una neurona y en una célula de piel, la existencia de cromosomas autosomas y cromosomas sexuales.

Lo anteriormente expuesto muestra que cuando se hablan de caracteres, se piensa que éstos están sólo en los gametos y esta información probablemente se pierde después de la fecundación. Se evidencia así, algunas dificultades en comprender la estructura celular y tal vez el problema radica en que cuando se trabaja a nivel de tejidos, órganos y sistemas, se olvida traer a este contexto de enseñanza la estructura y función celular. Hay dificultades en la comprensión de la estructura y función del ADN y su relación con el genoma y tampoco se tiene en cuenta la función del núcleo en la célula. Probablemente, los estudiantes no saben que son autosomas, ni cromosomas sexuales.

Pregunta 4: La reproducción sexual es aquella donde tiene lugar la unión de dos gametos. ¿En qué organismos encontramos reproducción sexual?

OPCIONES DE RESPUESTA

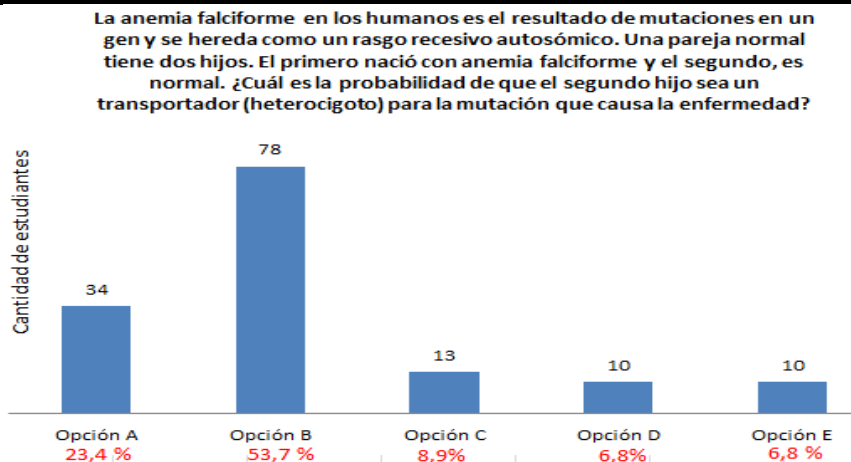
A	Procariotas
B	Organismos unicelulares
C	En animales
D	En plantas
E	En los seres humanos



Observaciones respecto a las respuestas: Esta pregunta es de selección múltiple con varias opciones de respuesta y son correctas, las opciones C, D y E. El 96,5% considera que hay reproducción sexual en animales, el 82% en humanos; mientras que sólo el 34% considera que la hay en plantas y sólo el 2% considera que ésta se presenta en organismos unicelulares. Se puede suponer que la evolución de organismos y los niveles de organización vegetal no aparecen en el currículo y cuando se habla de ciclo celular y reproducción generalmente, se relaciona con los animales; algunos estudiantes entienden lo que significa la alternancia de generación en la evolución y esto se puede resumir en la falta de integración de conceptos en los currículos de ciencias.

Pregunta 5: La anemia falciforme en los humanos es el resultado de mutaciones en un gen y se hereda como un rasgo recesivo autosómico. Una pareja normal tiene dos hijos. El primero nació con anemia falciforme y el segundo, es normal. ¿Cuál es la probabilidad de que el segundo hijo sea un transportador (heterocigoto) para la mutación que causa la enfermedad?

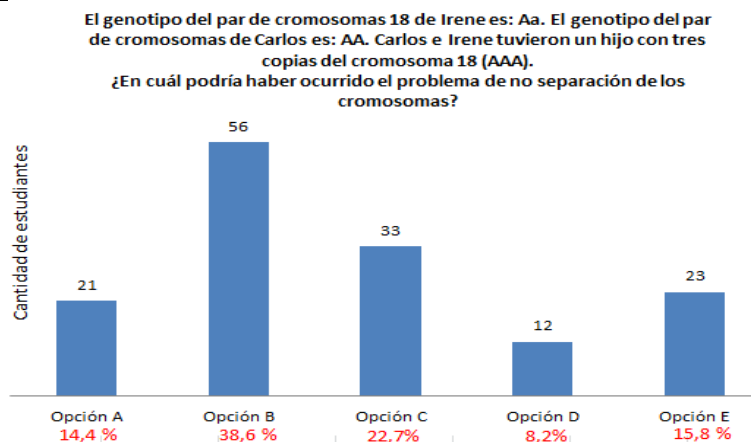
OPCIONES DE RESPUESTA	
A	1 / 4
B	1 / 2
C	2 / 3
D	3 / 4
E	1



Observaciones respecto a las respuestas: La respuesta a esta pregunta es la opción B y sólo el 54% la seleccionó de manera correcta, lo cual indica que el mecanismo de expresión de la herencia es una dificultad presente en los estudiantes y se relaciona con la comprensión de los conceptos de ciclo celular, meiosis, fecundación y la misma expresión de caracteres en sí mismo.

Pregunta 6: El genotipo del par de cromosomas 18 de Irene es: Aa. El genotipo del par de cromosomas de Carlos es: AA. Carlos e Irene tuvieron un hijo con tres copias del cromosoma 18 (AAA). ¿En cuál podría haber ocurrido el problema de no separación de los cromosomas?

OPCIONES DE RESPUESTA	
A	En Irene
B	En Carlos
C	Se requiere mayor información para determinar el pariente
D	Ninguno de los dos es responsable
E	La mutación apareció por un factor externo



Observaciones respecto a las respuestas: La respuesta a esta pregunta, es la opción B. El 39% de los estudiantes seleccionaron B y explican que en Carlos no se separaron los cromosomas. El 22,7% de los estudiantes manifiestan que requiere mayor información para determinar el pariente al cual no se le separaron los cromosomas. Tanto la opción A como la E, tuvieron similar porcentaje de selección (14,4% y 15,8% respectivamente). Sin embargo, son respuestas que no tienen un grado de comparación, ya que en la primera se afirma que en Irene no se separaron los cromosomas, mientras que la otra, afirma que la mutación apareció por un factor externo.

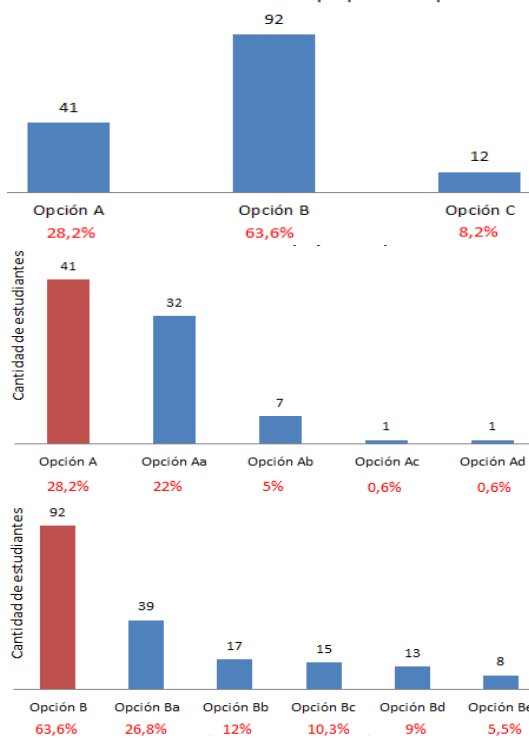
Esto nos muestra la necesidad de trabajar el análisis crítico de la información y considerar la presencia de mutaciones y la herencia de éstas en la población.

Pregunta 7: Las mariposas sufren metamorfosis, si estudiamos el genoma de las diferentes fases, ¿considera usted que habrá diferencias en éste? Explique su respuesta.

RESPUESTAS DADAS POR LOS ESTUDIANTES

A	Si.
	a. Porque al cambiar las propiedades físicas, cambia su genoma en cada fase.
	b. Porque es necesario una alteración en el genoma para que sea den los cambios.
	c. Porque la metamorfosis es una mutación.
B	d. Porque las experiencias ambientales pueden cambiar el ADN según la epigenética.
	No.
	a. Porque cambia su estructura física, pero la información genética es la misma en cada fase.
	b. Porque en condiciones normales el ADN no se altera.
	c. Porque a pesar de un cambio físico, es parte de su ciclo de vida que se puede comparar con el crecimiento de cualquier ser vivo.
C	d. Porque la metamorfosis es un cambio fenotípico y no genotípico.
	e. Porque está predeterminado desde que nació.
	No sabe / No responde

Las mariposas sufren metamorfosis, si estudiamos el genoma de las diferentes fases, ¿considera usted que habrá diferencias en éste? Explique su respuesta



Observaciones respecto a las respuestas: Esta pregunta es abierta y los estudiantes respondieron en su mayoría las opciones A y B. El 64% de los estudiantes seleccionan la opción B y explican de manera correcta las razones para esta selección; pero el 36% tiene problemas de comprensión del genoma y su expresión en el organismo.

Esto evidencia la necesidad de abordar temáticas como: funcionamiento de un ser vivo desde su estructura química a la célula y al organismo como un organismo total y funcional. Por otro lado, se muestra la necesidad de integrar el currículo de biología, para que los conceptos no se vean fragmentados e imposibilite al estudiante dar una opinión sobre un tema en un contexto determinado.

Pregunta 8: ¿Considera usted que las plantas tienen órganos reproductivos? Explique su respuesta.

RESPUESTAS DADAS POR LOS ESTUDIANTES		¿Considera usted que las plantas tienen órganos reproductivos? Explique su respuesta.
A	Si. a. Al caer el polen en la flor, se fecunda el óvulo, intervienen los pistilos. b. Tienen órganos reproductivos. c. Tienen varios mecanismos transportadores: el viento, abejas, semillas o frutos. d. Algunas en sus flores contiene pistilos que arrojan semillas para la reproducción asexual. e. Algunas se reproducen sexualmente por lo tanto, producen gametos, células sexuales haploides. f. Ya que las plantas tienen reproducción asexual y sexual. g. Tienen lugares específicos para su reproducción. h. Porque no tienen reproducción asexual, como las angiospermas.	<p>Bar chart showing student responses to the question '¿Considera usted que las plantas tienen órganos reproductivos? Explique su respuesta.' The y-axis is 'Cantidad de estudiantes' and the x-axis shows three options: Opción A (109 students, 75.3%), Opción B (31 students, 21.2%), and Opción C (5 students, 3.5%).</p>
	No. a. Porque se reproducen de forma asexual. b. No los poseen. c. Porque su reproducción es por semillas. d. Porque su reproducción es diferente. e. No tiene órgano, pero si sistema de reproducción.	<p>Bar chart showing student responses to the question '¿Considera usted que las plantas tienen órganos reproductivos? Explique su respuesta.' The y-axis is 'Cantidad de estudiantes' and the x-axis shows nine options: Opción A (109 students, 75.3%), Opción Aa (34 students, 23.4%), Opción Ab (22 students, 15.2%), Opción Ac (18 students, 12.4%), Opción Ad (14 students, 10%), Opción Ae (12 students, 8.2%), Opción Af (4 students, 2.8%), Opción Ag (3 students, 2%), and Opción Ah (2 students, 1.3%).</p>
	No sabe / No responde	<p>Bar chart showing student responses to the question '¿Considera usted que las plantas tienen órganos reproductivos? Explique su respuesta.' The y-axis is 'Cantidad de estudiantes' and the x-axis shows six options: Opción B (31 students, 21.2%), Opción Ba (12 students, 8.2%), Opción Bb (6 students, 4.1%), Opción Bc (6 students, 4.1%), Opción Bd (5 students, 3.5%), and Opción Be (2 students, 1.3%).</p>
<p>Observaciones respecto a las respuestas: El 75% de los estudiantes seleccionaron la opción A, la cual es correcta; sin embargo, cuando se analizan sus respuestas se encuentra que hay algunas dificultades conceptuales respecto a la estructura floral, la reproducción sexual y asexual, sobre lo que es una semilla, sobre el ciclo celular y reproductivo en plantas responden. Se evidencia la necesidad de comprender adecuadamente los conceptos básicos de biología vegetal y de ciclo celular, ya que posiblemente, al fragmentarse en el currículo de la biología, los estudiantes no logran conectar un conocimiento con el otro.</p>		
<p>Pregunta 9: Con relación a la información hereditaria, ¿cómo se diferencia una célula del corazón de un espermatozoide?</p>		
RESPUESTAS PRESENTADAS POR LOS ESTUDIANTES		Con relación a la información hereditaria, ¿cómo se diferencia una célula del corazón de un espermatozoide?
A	a. Por su forma y función. b. La del corazón es somática (diploide) y el espermatozoide es sexual (haploide). c. El espermatozoide tiene la mitad de la información genética. d. Por las codificaciones del ADN de cada una. e. No tienen diferencias. f. Las células sexuales son diploides y la del corazón es haploide. g. El espermatozoide transmite caracteres	<p>Bar chart showing student responses to the question 'Con relación a la información hereditaria, ¿cómo se diferencia una célula del corazón de un espermatozoide?' The y-axis is 'Cantidad de estudiantes' and the x-axis shows two options: Opción A (131 students, 90.3%) and Opción B (14 students, 9.6%).</p>

	<p>hereditarios.</p> <p>h. Con el ARN cada uno tiene información distinta.</p> <p>i. Desarrollo embrionario son de origen diferente.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Opción</th> <th>Cantidad de estudiantes</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Opción A</td><td>131</td><td>90,3%</td></tr> <tr><td>Opción Aa</td><td>40</td><td>27,5%</td></tr> <tr><td>Opción Ab</td><td>33</td><td>22,7%</td></tr> <tr><td>Opción Ac</td><td>17</td><td>12%</td></tr> <tr><td>Opción Ad</td><td>15</td><td>10,3%</td></tr> <tr><td>Opción Ae</td><td>9</td><td>6,2%</td></tr> <tr><td>Opción Af</td><td>6</td><td>4,1%</td></tr> <tr><td>Opción Ag</td><td>4</td><td>2,8%</td></tr> <tr><td>Opción Ah</td><td>4</td><td>2,8%</td></tr> <tr><td>Opción Ai</td><td>3</td><td>2%</td></tr> </tbody> </table>	Opción	Cantidad de estudiantes	Porcentaje	Opción A	131	90,3%	Opción Aa	40	27,5%	Opción Ab	33	22,7%	Opción Ac	17	12%	Opción Ad	15	10,3%	Opción Ae	9	6,2%	Opción Af	6	4,1%	Opción Ag	4	2,8%	Opción Ah	4	2,8%	Opción Ai	3	2%
Opción	Cantidad de estudiantes		Porcentaje																																
Opción A	131	90,3%																																	
Opción Aa	40	27,5%																																	
Opción Ab	33	22,7%																																	
Opción Ac	17	12%																																	
Opción Ad	15	10,3%																																	
Opción Ae	9	6,2%																																	
Opción Af	6	4,1%																																	
Opción Ag	4	2,8%																																	
Opción Ah	4	2,8%																																	
Opción Ai	3	2%																																	
B	No sabe / No responde																																		

Observaciones respecto a las respuestas: La mayoría de los estudiantes (90,3%), presentan una justificación para determinar cómo se diferencia una célula del corazón de un espermatozoide. Se menciona que la diferencia radica en la forma y función de los dos; que una célula es haploide y la otra diploide; que existe transporte de material genético en el espermatozoide. Sin embargo, un 6,2% de los estudiantes manifiesta que no hay diferencias entre las dos células y un 9,6%, manifiesta no saber o no respondió a la pregunta.

Esta pregunta abierta expresa las múltiples concepciones del estudiante sobre la estructura de una célula somática con relación a la de un gameto y a partir de estas respuestas se tienen múltiples conceptos previos, que se pueden utilizar en la discusión guiada para activar las estructuras mentales y tratar de generar crisis, para llevar al estudiante a reconstruir el concepto. Una de las estrategias que se puede usar, es la revisión de videos, talleres y pruebas escritas para dar solución a situaciones y que posteriormente, se pueda discutir sobre el asunto.

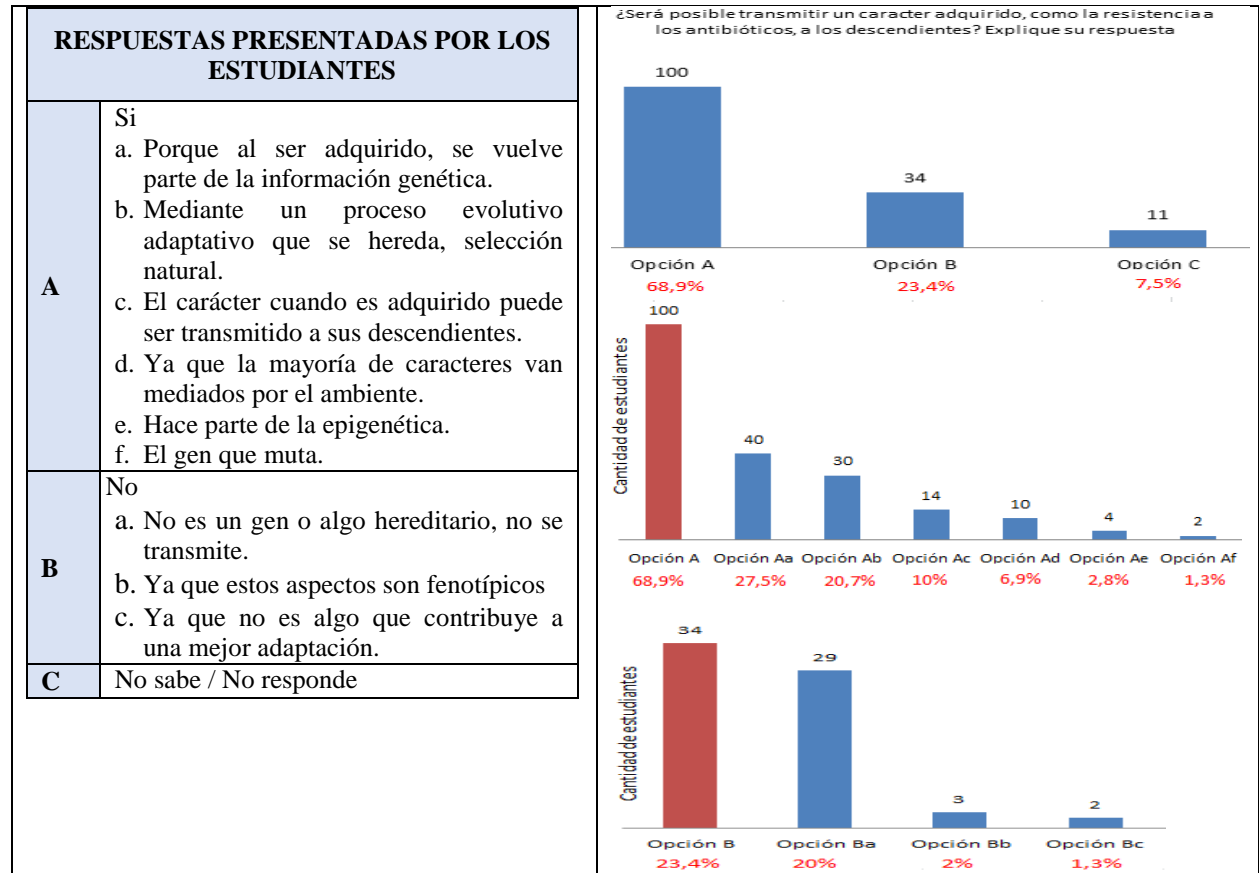
Pregunta 10: ¿Cómo se diferencia con relación a la información genética una célula de su piel y una célula muscular? Explique su respuesta.

RESPUESTAS PRESENTADAS POR LOS ESTUDIANTES		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Opción</th> <th>Cantidad de estudiantes</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Opción A</td><td>131</td><td>90,3%</td></tr> <tr><td>Opción B</td><td>14</td><td>9,6%</td></tr> <tr><td>Opción C</td><td>60</td><td>41,3%</td></tr> <tr><td>Opción D</td><td>35</td><td>24,1%</td></tr> <tr><td>Opción E</td><td>26</td><td>18%</td></tr> <tr><td>Opción F</td><td>9</td><td>6,2%</td></tr> </tbody> </table>	Opción	Cantidad de estudiantes	Porcentaje	Opción A	131	90,3%	Opción B	14	9,6%	Opción C	60	41,3%	Opción D	35	24,1%	Opción E	26	18%	Opción F	9	6,2%
Opción	Cantidad de estudiantes		Porcentaje																				
Opción A	131	90,3%																					
Opción B	14	9,6%																					
Opción C	60	41,3%																					
Opción D	35	24,1%																					
Opción E	26	18%																					
Opción F	9	6,2%																					
A	<p>a. En su forma, estructura y función.</p> <p>b. A partir del ADN sintetizan proteínas para funciones diferentes.</p> <p>c. No se diferencian, contienen la misma información genética.</p> <p>d. La especialización después de nacer.</p> <p>e. Por la carga genética.</p>																						
B	No sabe / No responde																						

Observaciones respecto a las respuestas: Parece ser que hay mayor claridad con relación al genoma humano; sin embargo se requiere un mejor manejo conceptual en una parte del 90% de estudiantes que se acercaron a la respuesta y trabajar más en procesos de lectoescritura, que les facilite expresar mejor lo que están pensando. Para el 10% restante se requiere tomar el ciclo celular e integrarlo a los procesos de embriogénesis y desarrollo

de los organismos.

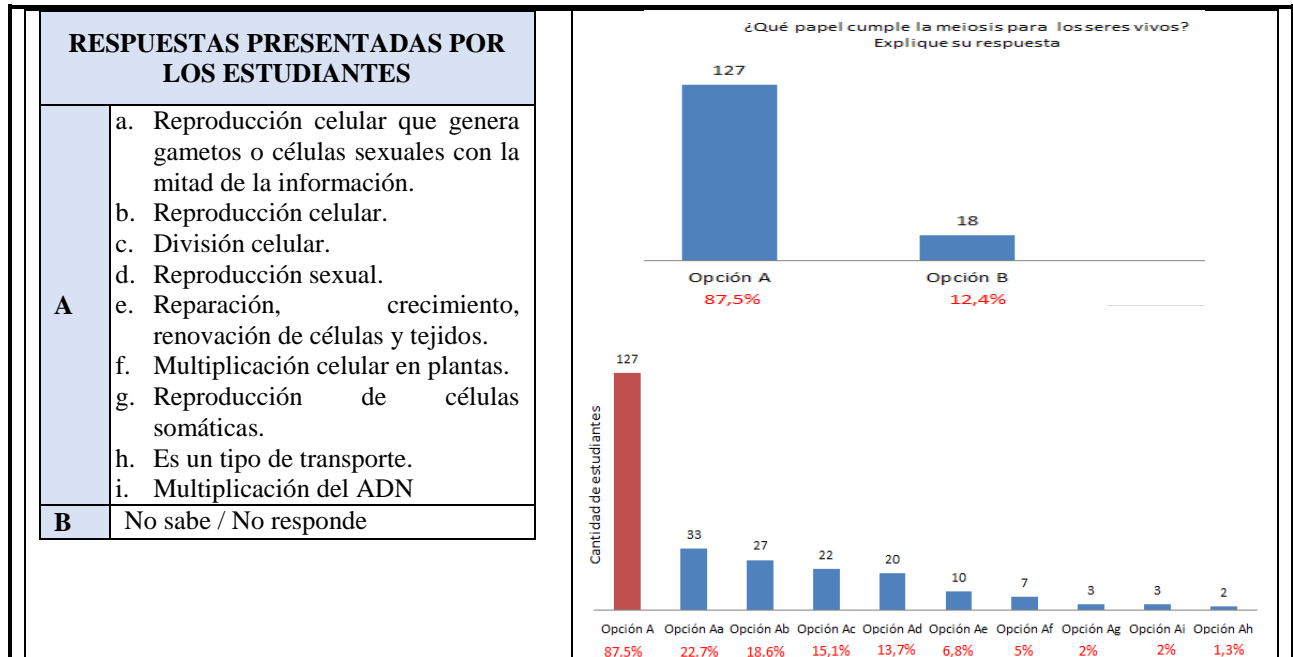
Pregunta 11: ¿Será posible transmitir un carácter adquirido, como la resistencia a los antibióticos, a los descendientes? Explique su respuesta



Observaciones respecto a las respuestas: El 68,9% de los estudiantes, manifiestan que si es posible transmitir un carácter adquirido, como la resistencia a los antibióticos, a los descendientes. Dentro de las justificaciones, se puede encontrar que al ser adquirido, se vuelve parte de la información genética (27,5%) y por lo tanto, se transmite a sus descendientes (10%); otra posibilidad que se argumenta es que mediante un proceso evolutivo adaptativo, éste se puede heredar por selección natural (27,5%). Un 23,4% de los estudiantes manifiestan que no se puede transmitir porque no es un gen o algo hereditario (20%) y no contribuye a una mejor adaptación (1,3), además, porque es un aspecto fenotípico (2%). Un 7,5% de los estudiantes no sabe o no responde a la pregunta presentada.

Teniendo en cuenta lo anterior, surge la necesidad de trabajar sobre el impacto de los factores ambientales sobre el genoma e integrar los conceptos de epigenética, para tratar de mejorar la comprensión de esta temática en los estudiantes.

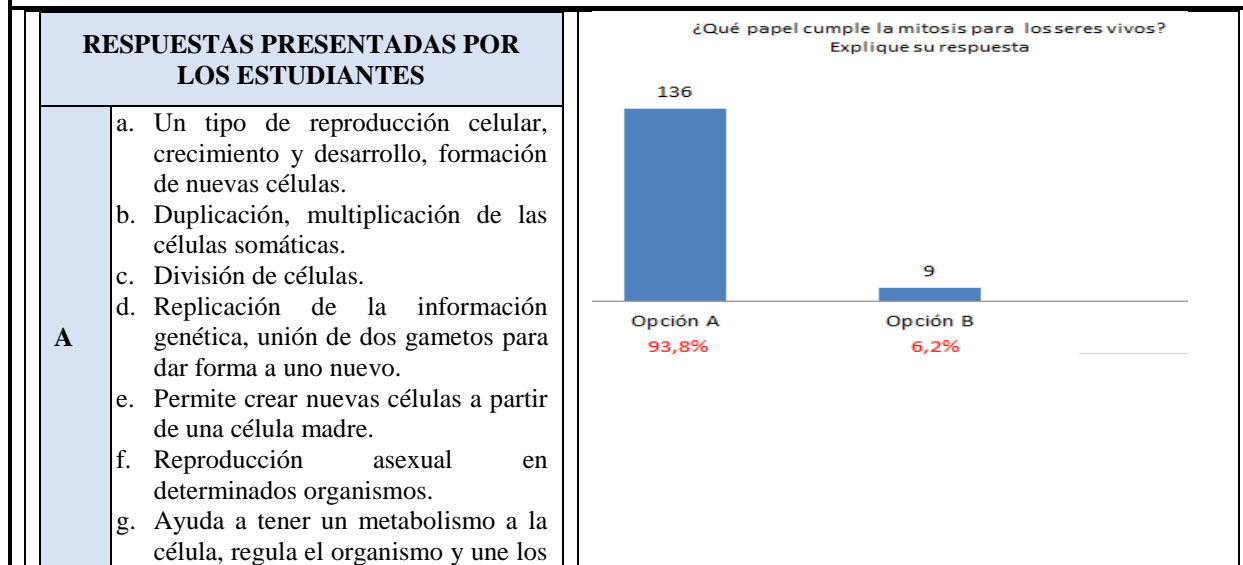
Pregunta 12: ¿Qué papel cumple la meiosis para los seres vivos? Explique su respuesta



Observaciones respecto a las respuestas: En estas respuestas los estudiantes expresan sus concepciones sobre el rol de la meiosis. A partir de la revisión de las respuestas de los estudiantes, se seleccionaron las más recurrentes para la opción A, para presentar las observaciones. Se evidencia que relacionan la meiosis en los seres vivos, como la reproducción celular (18,6%), particularmente, la que genera gametos o células sexuales con la mitad de la información (22,7%). También se menciona que responde a la reparación, crecimiento y renovación de células y tejidos (6,8%), entre otros.

Sin embargo, las justificaciones evidencian diversas interpretaciones para una misma temática, lo que sugiere que se debe hacer un trabajo específico sobre la temática de división celular como mecanismo de transmisión de la información hereditaria, que permita a los estudiantes apropiarse del conocimiento implícito y utilizarlo adecuadamente para argumentar procesos. El 12,4% de los estudiantes no sabe o no responde.

Pregunta 13: ¿Qué papel cumple la mitosis para los seres vivos? Explique su respuesta



	<p>cromosomas.</p> <p>h. Origina, crea y reproduce seres humanos.</p> <p>i. Produce células necesarias para reparar el daño.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Opción</th> <th>Cantidad de estudiantes</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Opción A</td><td>136</td><td>93,8%</td></tr> <tr><td>Opción Aa</td><td>36</td><td>24,8%</td></tr> <tr><td>Opción Ab</td><td>30</td><td>20,6%</td></tr> <tr><td>Opción Ac</td><td>23</td><td>15,8%</td></tr> <tr><td>Opción Ad</td><td>17</td><td>11,7%</td></tr> <tr><td>Opción Ae</td><td>8</td><td>5,5%</td></tr> <tr><td>Opción Af</td><td>7</td><td>5%</td></tr> <tr><td>Opción Ag</td><td>6</td><td>4,1%</td></tr> <tr><td>Opción Ai</td><td>5</td><td>3,5%</td></tr> <tr><td>Opción Ah</td><td>4</td><td>2,8%</td></tr> </tbody> </table>	Opción	Cantidad de estudiantes	Porcentaje	Opción A	136	93,8%	Opción Aa	36	24,8%	Opción Ab	30	20,6%	Opción Ac	23	15,8%	Opción Ad	17	11,7%	Opción Ae	8	5,5%	Opción Af	7	5%	Opción Ag	6	4,1%	Opción Ai	5	3,5%	Opción Ah	4	2,8%
Opción	Cantidad de estudiantes		Porcentaje																																
Opción A	136	93,8%																																	
Opción Aa	36	24,8%																																	
Opción Ab	30	20,6%																																	
Opción Ac	23	15,8%																																	
Opción Ad	17	11,7%																																	
Opción Ae	8	5,5%																																	
Opción Af	7	5%																																	
Opción Ag	6	4,1%																																	
Opción Ai	5	3,5%																																	
Opción Ah	4	2,8%																																	
B	No sabe / No responde																																		

Observaciones respecto a las respuestas: Con relación al rol de la mitosis hay mayor claridad, un 94% resuelven la pregunta. Los estudiantes argumentaron con: es un tipo de reproducción celular, crecimiento y desarrollo, para la formación de nuevas células (24,8%); es la duplicación o multiplicación de las células somáticas (20,6%), lo cual se relaciona con división celular y creación de células a partir de la célula madre (15,8% y 5,5% respectivamente). Además, manifestaron que la mitosis es la replicación de la información genética, de la unión de dos gametos para dar forma a uno nuevo (11,7%), entre otras, como se evidencia en la gráfica.

Pregunta 14: ¿Cuál es la relación entre gen, ADN, cromosoma y carácter hereditario? Explique su respuesta

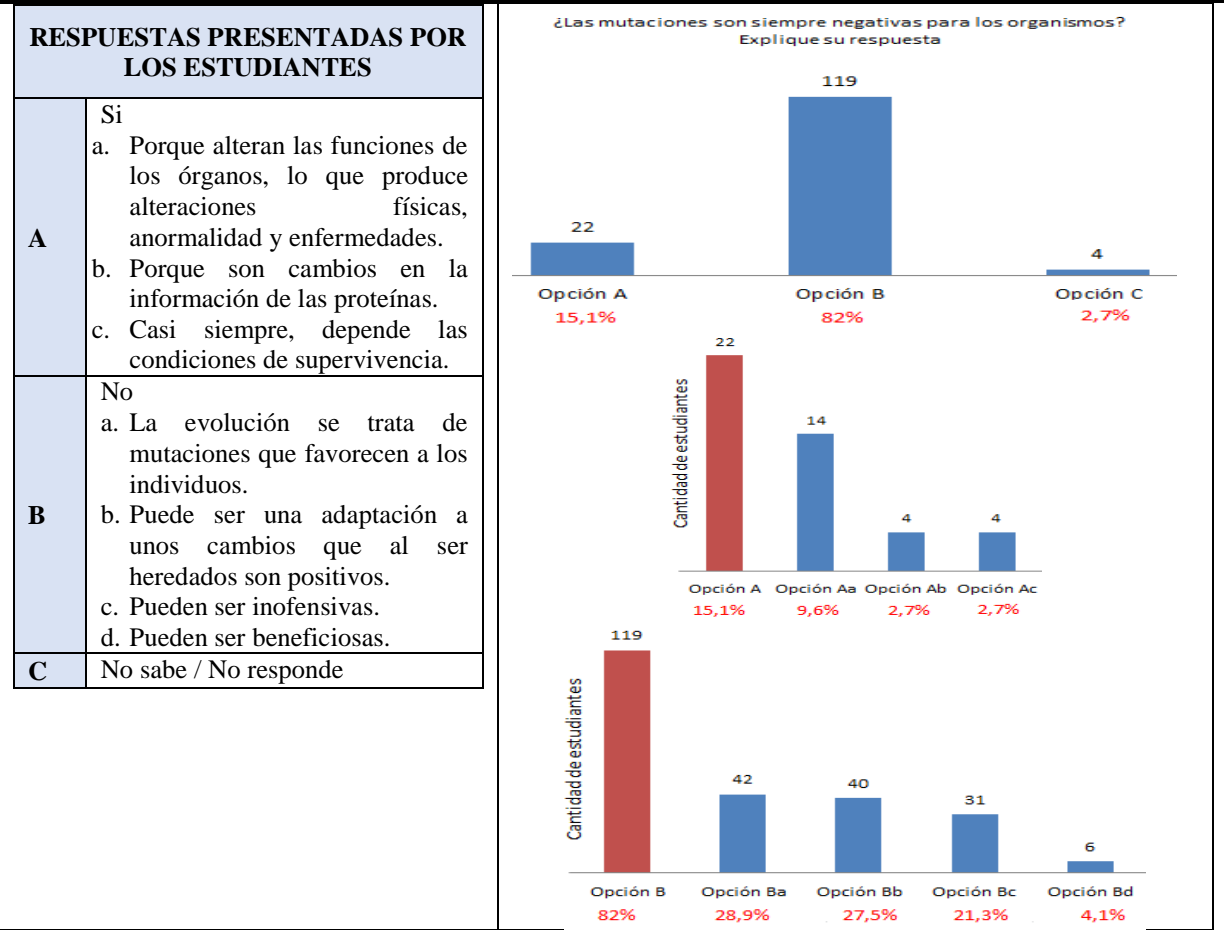
RESPUESTAS PRESENTADAS POR LOS ESTUDIANTES		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Opción</th> <th>Cantidad de estudiantes</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Opción A</td><td>135</td><td>93,1%</td></tr> <tr><td>Opción B</td><td>10</td><td>6,9%</td></tr> </tbody> </table>	Opción	Cantidad de estudiantes	Porcentaje	Opción A	135	93,1%	Opción B	10	6,9%																					
Opción	Cantidad de estudiantes		Porcentaje																													
Opción A	135	93,1%																														
Opción B	10	6,9%																														
A	<p>a. El cromosoma está conformado por el ADN que a su vez lleva genes que son de carácter hereditario.</p> <p>b. Todos contienen información genética de un individuo, la cual es única, ya que es el lenguaje de la información genotípica que determina las características fenotípicas.</p> <p>c. El cromosoma tiene el gen, el gen el ADN y todo tiene relación con el carácter hereditario.</p> <p>d. El gen es la base de la información genética, la cual configura el ADN que está en el cromosoma y es hereditario.</p> <p>e. La molécula de ADN almacena información hereditaria del individuo y estos son los genes.</p> <p>f. Los genes están en los cromosomas y éstos en el ADN que se transmite de generación en generación.</p> <p>g. Todos están relacionados en la reproducción y descendencia, información genética.</p> <p>h. Es un grupo que incluye al otro.</p>																															
B	No sabe / No responde	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Opción</th> <th>Cantidad de estudiantes</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Opción A</td><td>135</td><td>93,1%</td></tr> <tr><td>Opción Aa</td><td>43</td><td>29,6%</td></tr> <tr><td>Opción Ab</td><td>33</td><td>22,7%</td></tr> <tr><td>Opción Ac</td><td>17</td><td>11,7%</td></tr> <tr><td>Opción Ad</td><td>11</td><td>7,5%</td></tr> <tr><td>Opción Ae</td><td>11</td><td>7,5%</td></tr> <tr><td>Opción Af</td><td>10</td><td>6,8%</td></tr> <tr><td>Opción Ag</td><td>8</td><td>5,5%</td></tr> <tr><td>Opción Ai</td><td>2</td><td>1,3%</td></tr> </tbody> </table>	Opción	Cantidad de estudiantes	Porcentaje	Opción A	135	93,1%	Opción Aa	43	29,6%	Opción Ab	33	22,7%	Opción Ac	17	11,7%	Opción Ad	11	7,5%	Opción Ae	11	7,5%	Opción Af	10	6,8%	Opción Ag	8	5,5%	Opción Ai	2	1,3%
Opción	Cantidad de estudiantes	Porcentaje																														
Opción A	135	93,1%																														
Opción Aa	43	29,6%																														
Opción Ab	33	22,7%																														
Opción Ac	17	11,7%																														
Opción Ad	11	7,5%																														
Opción Ae	11	7,5%																														
Opción Af	10	6,8%																														
Opción Ag	8	5,5%																														
Opción Ai	2	1,3%																														

Observaciones respecto a las respuestas: En las respuestas los estudiantes expresan sus concepciones

sobre gen, ADN y cromosoma e información hereditaria. La mayoría de los estudiantes contestaron la pregunta (93,1%) y frente a ésta, manifiestan que: El cromosoma está conformado por el ADN que a su vez lleva genes que son de carácter hereditario (29,6%); todos los elementos contienen información genética de un individuo, la cual es única, ya que es el lenguaje de la información genotípica que determina las características fenotípicas (22,7%); que el cromosoma tiene el gen, el gen el ADN y todo tiene relación con el carácter hereditario (11,7%); las demás respuestas están relacionadas unas con otras, pero su porcentaje de frecuencia (para cada una), es relativamente bajo.

Como se puede observar, es necesario fortalecer en los estudiantes temáticas relacionadas con gen, ADN y cromosomas.

Pregunta 15: ¿Las mutaciones son siempre negativas para los organismos? Explique su respuesta



Observaciones respecto a las respuestas: En las respuestas se evidencian las concepciones del estudiante sobre las mutaciones. El 82% de los estudiantes manifiestan que las mutaciones no son siempre negativas para los organismos; el 29% plantea que es un proceso natural para la evolución de las especies, y en muchas ocasiones favorecen a los individuos; para el 28% la mutación puede ser una adaptación a ciertos cambios que al ser heredados, resultan positivos y para el 28% las mutaciones pueden ser inofensivas y para el 4% beneficiosas. Un 15% expresa que las mutaciones son siempre negativas para los organismos, porque alteran las funciones de los órganos, lo que produce alteraciones físicas, anormalidad y enfermedades (10%); porque son cambios en la información de las proteínas (2,7%) y de ellas, casi siempre, depende las condiciones de supervivencia (2,7%). Esto pone en evidencia que los estudiantes tienen un manejo del concepto de mutaciones.

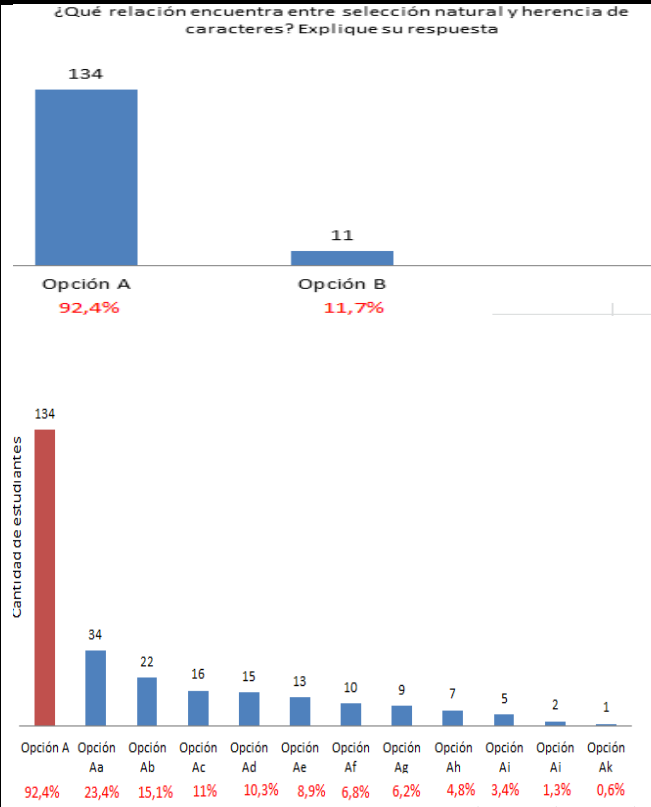
Sin embargo, se requiere relacionar este concepto con adaptaciones, evolución y no sólo presentarlo relacionado con enfermedades genéticas (mutación) y evolución.

Pregunta 16: ¿Qué relación encuentra entre selección natural y herencia de caracteres? Explique su respuesta

RESPUESTAS PRESENTADAS POR LOS ESTUDIANTES

- A**
- a. La herencia permite transmitir caracteres que se adaptan mejor al entorno.
 - b. La herencia de caracteres por medio de cambios genéticos logran una mejor adaptación y así mayor sobrevivencia.
 - c. La herencia garantiza que el individuo sano por selección natural tenga ventaja evolutiva, mayor número de descendientes.
 - d. La selección natural trata de mantener los caracteres más aptos.
 - e. Solo los más aptos heredan sus caracteres.
 - f. Transmisión de caracteres.
 - g. Adaptación
 - h. La selección natural no se transmite sin la herencia.
 - i. Selección natural con respecto a la especie y herencia al individuo.
 - j. Los organismos escogen al más fuerte para que transmita de generación en generación.
 - k. Ninguna.

B No sabe / No responde



Observaciones respecto a las respuestas: En las respuestas se pone en evidencia las concepciones sobre la selección natural que presentan los estudiantes. El 92,4% de los estudiantes respondieron la pregunta, presentando una variedad de respuestas como: El 23,4% de los estudiantes manifiesta que la herencia permite transmitir caracteres que se adaptan mejor al entorno y que la herencia de caracteres por medio de cambios genéticos logran mejorar la adaptación y mayor sobrevivencia del organismo (15,1%) y que la herencia garantiza que el individuo sano por selección natural tenga ventaja evolutiva y mayor número de descendientes sobre otros (11%); además de otras justificaciones que señalan la necesidad de trabajar selección natural y reproducción en organismos. El 11,7% de los estudiantes no manifestó alguna relación o justificación al respecto.

Teniendo en cuenta, el análisis de preguntas y las respuestas presentadas por parte de los estudiantes, se seleccionaron unos tópicos de trabajo para plantear la secuencia de actividades que permitieran mejorar la comprensión de los conceptos de genética de la herencia y asociados a la cotidianidad, lo cual se abordará en el capítulo 5.

CAPÍTULO 5

PROPUESTA DE AULA

En el presente capítulo se socializa una propuesta de aula diseñada con el fin de fortalecer los procesos cognitivos de los estudiantes, frente a algunos conceptos de genética y su tecnología asociada.

La propuesta se enmarca en la fase tres del diseño metodológico, lo que implica que previo a la propuesta, se realizó la aplicación de una prueba diagnóstica y se analizaron las respuestas de los estudiantes frente a unos tópicos determinados de genética, para establecer el estado actual de los estudiantes y determinar las temáticas a abordar en las actividades que aquí se proponen.

Teniendo en cuenta lo anterior, se diseña una propuesta de aula que se estructura en cuatro *momentos de aprendizaje*, mediante una serie de estrategias, que buscan alcanzar el aprendizaje significativo de la genética de la herencia y desarrollar habilidades de pensamiento en los estudiantes, utilizando como pretexto los conceptos de ingeniería genética, que hacen parte de la cotidianidad.

El primer momento de la propuesta *Célula y genética*, comprende tres actividades: Consolidación de los conceptos de célula e información genética en un mapa mental, Rasgos genéticos y Aplicación de conceptos de evolución, ciclo vegetal y genética en plantas. Las actividades tienen como objetivo principal, aplicar los conceptos de la biología celular y la genética a través de la integración de los mismos en un contexto determinado (Anexo 2). Se sugiere para la aplicación de estas actividades, el acompañamiento constante del docente, en especial, para resolver inquietudes de los estudiantes referentes a la conceptualización de los contenidos específicos.

En el segundo momento *Ingeniería genética aplicada a la biotecnología*, se planten cinco actividades orientadas a la genética en la cotidianidad: Biotecnología, Transgénicos, Clonación, Fertilización *In Vitro*, Vacunas, Principio de precaución y Bioética e ingeniería ambiental. Estas

actividades abordan el componente conceptual de genética y su aplicación en la solución de situaciones, en donde el estudiante, hace uso de diversas estrategias, métodos e instrumentos (realizar mapas conceptuales, cartillas, estudio de caso y uso de las tecnologías de la información) para desarrollar con éxito la situación planteada (Anexo 3).

En el tercer momento *Mucho más que genes*, se plantea el desarrollo de una actividad relacionada con la Epigenética. Este taller tiene como objetivo concientizar a los estudiantes de la relación ambiente y genoma y sus consecuencias (Anexo 4). La actividad incluye diversas herramientas de trabajo como: vídeos, lecturas y preguntas orientadoras.

En el cuarto momento de la propuesta se busca realizar un proceso de *Metacognición*, a través de la Bitácora Col (instrumento de autoevaluación), Anexo 5, cuyo objetivo es reflexionar sobre la propuesta didáctica, sus contenidos, actividades, evidencias y aspectos a mejorar para fortalecer los procesos de aprendizaje de los estudiantes.

Con la presente propuesta de aula se espera que el estudiante desarrolle una secuencia de actividades estructuradas y planeadas alrededor del concepto de genética y su tecnología asociada a partir de su contexto real, con el fin de generar en él, un aprendizaje significativo.

En la figura 16, se presenta de manera esquemática la propuesta de aula.

PROPUESTA DE AULA

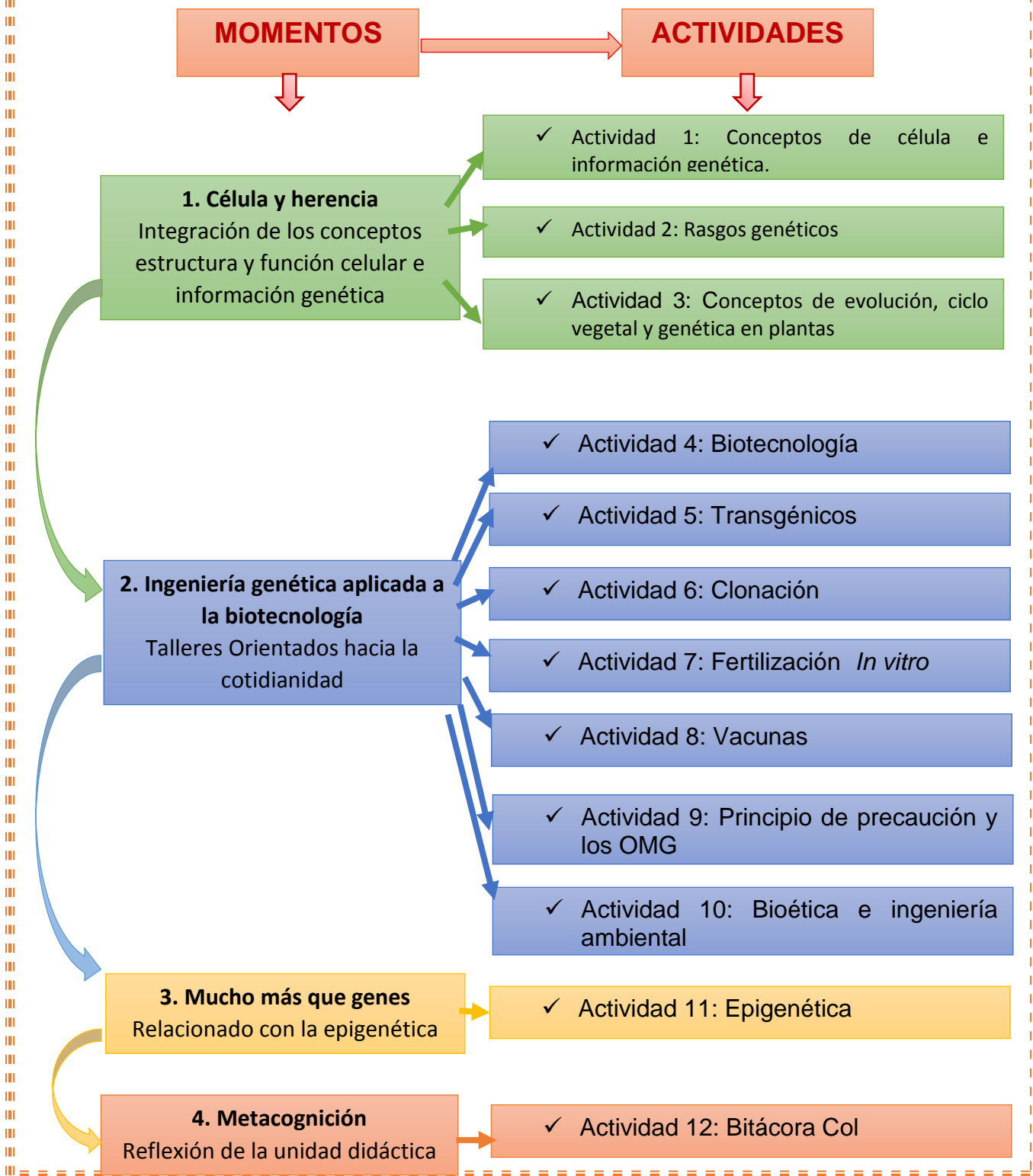


Figura 16. Propuesta de aula

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Por medio de la implementación de una prueba diagnóstica a estudiantes de un curso de Biología de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá y su posterior análisis, se logró identificar las ideas que presentaban los estudiantes en torno a la genética de la herencia. Además, se lograron evidenciar algunos conceptos, en los cuales, los estudiantes presentaron dificultad y que debían tenerse en cuenta al momento de generar una propuesta de aula.
- A partir de los resultados obtenidos del análisis de las respuestas de la prueba diagnóstica, se seleccionaron y organizaron unos tópicos conceptuales para proponer y estructurar una secuencia de actividades encaminadas a la enseñanza de la genética de la herencia y su tecnología asociada. Algunos de los conflictos cognitivos que se identificaron están asociados al ciclo celular, reproducción celular, gametogénesis, organización del material genético (estructura y función) y transmisión de la información hereditaria.
- Se diseñó una secuencia de aula, compuesta por doce actividades cuyo propósito es fortalecer las capacidades de los estudiantes en la comprensión de los conceptos de genética de la herencia y asociados a la cotidianidad, a través de un pensamiento crítico y generando en el estudiante un aprendizaje significativo y contextualizado; dichas actividades se agrupan en cuatro momentos: Célula y genética, Ingeniería genética aplicada a la biotecnología, Mucho más que genes y Metacognición.
- El diseño de la propuesta permite que el estudiante se acerque al conocimiento de la ingeniería genética, desde un contexto real, del cual pueda aprender mediante el desarrollo de procesos de investigación y el análisis de casos, logrando así un aprendizaje significativo.

6.2. Recomendaciones

- El planteamiento de la presente propuesta de aula, incluye un acompañamiento constante y efectivo por parte del docente para verificar el avance de los estudiantes en cada una de los momentos y para garantizar que la conceptualización que se esté llevando a cabo sea coherente con la ciencia y con los propósitos del curso.
- Aplicar esta Propuesta de aula a un curso de biología con una población diferente a la original, permitirá contrastar procesos, comparar resultados y enriquecer las actividades para fortalecer el aprendizaje efectivo de los estudiantes.
- Es conveniente realizar un material de divulgación tipo cartilla, página web o blog, que incluya toda la estrategia aquí planteada para que se pueda implementar en más aulas de clase y así verificar su eficacia o modificar de acuerdo a los requerimientos propios.
- Formular e implementar propuestas didácticas de aprendizaje, fundamentadas en un diagnóstico de las ideas previas de los estudiantes, permite comenzar a explorar modos de llegar a un aprendizaje significativo y reconocer conceptos alternativos de los estudiantes.
- Usar las herramientas tecnológicas para generar ambientes de aprendizaje dinámicos e innovadores, que motiven a los estudiantes hacia el conocimiento y acerquen a la escuela a los desarrollos tecnológicos que continuamente se producen.

BIBLIOGRAFÍA

- ABRIL, A. MAYORAL, M. y MUELA, F. (2002). *Los medios de comunicación social y la didáctica de la Genética y la Biología molecular en E.S.O.* Universidad de Jaén. España.p.11.
- AUSUBEL, D., NOVAK, J. y HANESIAN, H. (1989). *Psicología educativa*. México: Trillas.
- AUSUBEL, D. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Nueva York: Holt, Rinehart y Winst.
- AYUSO, E. BANET, E. y ABELLÁN, T. (1996). *Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y el bachillerato: II. ¿Resolución de problemas o realización de ejercicios?* [Versión electrónica]. *Enseñanza de las ciencias*. 14(2): 127-142.
- AZNAR, V. (2000). ¿Qué sabemos sobre biotecnología? *Alambique* 25. p. 9-14.
- BEAS, J. SANTA CRUZ, J. THOMSEN, P. y UTRERAS, S. (2001): *Enseñar a pensar para aprender mejor*. Santiago: Ediciones Pontificia Universidad Católica de Chile.
- BENITO-JIMÉNEZ, C. (1997). *360 Problemas de Genética. Resueltos paso a paso*. 1.^a Edición. Editorial Síntesis. España.
- BELLOLIO, F. ÁLVAREZ, K. DE LA FUENTE, M. LEÓN, F. FULLERTON, D. SOTO, G. CARVALLO, P. y LÓPEZ, F. (2006). *Cáncer colorrectal hereditario: análisis molecular de los genes APC YMLH1*. *Revista Médica de Chile*. 134: 841-848. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872006000700006
- BIGGS, A. CRISPEN, W. HOLLIDAY, W. KAPICKA, C. LUNDGREN, L. MACKENZIE, A.BORJAS, M. (2009). *Desarrollo de habilidades de pensamiento creativo en el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. Zona Próxima.
- BORJA, H., BARRETO, I., ALZATE, M., SABUCEDO, J. y LÓPEZ, W. (2009). Creencias sobre el adversario, violencia política y procesos de paz. *Psicothema*, 21(4), 622-627.
- BUGALLO, A. (1995) La didáctica de la genética: revisión bibliográfica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. Vol.13 No.3.p.379-385.
- BRAUNER, M. (2005). *Ciência, biotecnologia e normatividade*, *Ciência e Cultura*, São Paulo, vol. 57, núm. 1, enero-marzo de 2005.
- BROWN, C. (1990). Some misconceptions in meiosis shown by students responding to an advanced practical examination question in biology, *Journal of Biological Education*, Vol. 24. No 3. p. 182-186.
- CAÑAL, P. (2004). *La enseñanza de la biología: ¿Cuál es la situación actual y qué hacer para mejorarla?* [Versión Electrónica]. *Didáctica de las ciencias experimentales*.(41):27-41.
- CURTIS, H. BARNES, N. (2006). *Biología*. Editorial médica Panamericana. Sexta Edición.
- CHEVALLARD, Y. (1997) *La Transposición Didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique grupo Editor.
- DINES, E. (2011). *Enfermedades Autosómicas* [Web log post]. Recuperado de <http://cienciadictos.blogspot.com/2011/11/enfermedades-autosomicas.html>
- GARCÍA, J. (2003). *Didáctica de las ciencias: resolución de problemas y desarrollo de la creatividad*. Cooperativa Editorial Magisterio. Bogotá. p. 300.

- GARCÍA, M. y MAZZARELLA, C. (2011). *Efecto de una intervención didáctica Constructivista sobre el conocimiento y la resolución de problemas relacionados con Herencia Biológica en estudiantes de noveno grado* [Versión Electrónica]. Revista de investigación. 74(35).111- 138.
- GIORDAN, A (1996) ¿Cómo ir más allá de los modelos constructivistas? La utilización didáctica de las concepciones de los estudiantes. *Investigación en la Escuela*, 28, p. 7-22.
- GIL, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), p. 197-212.
- GUILLÉN, F (1994). *Algunos aspectos a considerar en la enseñanza de la Biología*. [Versión electrónica]. *Ciencia, sociedad y enseñanza*. p. 53-64.
- GUTIERREZ, R. (1987). *Psicología y aprendizaje de las ciencias*. El modelo de Ausubel. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol.7. No. 2. p.145-157.
- GUTIÉRREZ, R. (1987). *Psicología y aprendizaje de las ciencias*. El modelo de Ausubel.
- GRIFFITHS, A. WESSLER, R. LEWONTIN Y S, CARROLL (2008). *Genética*. McGraw-Hill Interamericana. Novena edición.
- JIMENEZ, A. (2000). *Modelos didácticos. Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy:Marfil.
- JIMÉNEZ, R., Y WAMBA, A. (2011). ¿ Podemos construir un modelo de profesor que sirva de referencia para la formación de profesores en didáctica de las ciencias experimentales?. Disponible en <http://hdl.handle.net/10481/15159>
- JOHNSTONE, A Y MAHMOUD, A (1980). Isolating topics of high perceived difficulty in school biology. *Journal of Biological Education*, Vol 14. No 2. p.163-166
- JOHNSTONE, A. Y MAHMOUD, A. (1980). Pupils' problems with water potential. *Journal of Biological Education*, 14(4), 325-328.
- JOYCE, B. Y WEIL, M. (1985). *Modelos de enseñanza*. Anaya. Madrid.
- IÑIGUEZ, F. (2006). *La Enseñanza de la genética: Una propuesta didáctica para la educación secundaria obligatoria desde una perspectiva constructivista* (p. 480). Universitat de Barcelona.
- KARP, G. (2005) *Biología celular y molecular*. Editorial Mc Graw Hill. México
- KATZ D, (2001) “The Mismatch between the Biosafety protocol and the Precautionary Principle” *Geo. Int’l Env’tl. L. Rev.*
- KLUG, S. Y CUMMINGS, R. (1998). *Conceptos de Genética*. 5.^a Edición. Prentice Hall. España.
- LEWIS, J. LEACH J.Y WOOD-ROBINSON C. (2000). All in the genes? What young people’s understanding of the nature of genes. *Journal of biological Education*, Vol 34 No 2. P 74.
- LEWIS, J. Y WOOD-ROBINSON C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance: do students see any relationship? *International Journal of Science Education*. Vol. 22 No 2. p.177-195.

- LONGDEN, B. (1992). Genetics: are there inherent learning difficulties? *Journal of Biological Education*, Vol. 16 No 2 p. 137-146.
- NIETO, A. M. (2002): *Pensamiento crítico: conceptos básicos y actividades prácticas*, p. 213-236. Madrid: Pirámide
- NOVAK, J. (1982). *Teoría y práctica de la educación*. Alianza Editorial Madrid.
- MARTÍNEZ, M. IBÁÑEZ, M. (2006). *Resolver situaciones problemáticas en genética para modificar las actitudes relacionadas con la ciencia*. [Versión Electrónica]. *Enseñanza de las ciencias*. 24(2): 193-206.
- MARTÍNEZ PÁEZ, J. J. 1998. Vida artificial, el nuevo paradigma. *Ingeniería e Investigación*; núm. 40 (1998); 23-34 *Ingeniería e Investigación*.
- MAYR, ERNST. 1982 *The Growth of Biological Thought*.
- MELLADO, V. (2003) *Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia* [Versión Electrónica]. *Enseñanza de las ciencias*. 21(3): 343-358.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. (2004). *Formar en Ciencias, ¡El Desafío!*. Recuperado de http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-81033_archivo_pdf.pdf.
- NIETO, M. SAIZ, C. Y ORGAZ, B. (2009, en prensa). "Análisis de las propiedades psicométricas de la versión española del HCTAES-Test de Halpern para la evaluación del pensamiento crítico mediante situaciones cotidianas". *Revista Electronica de Metodologia Aplicada*, n.1 de 2009.
- PASHLEY, M (1994). A-level students: their problems with gene and allele. *Journal of Biological Education*. Vol. 28 No 2. p 120-126.
- PASTOR, Raimundo, (2006). *Alteraciones del nicho ecológico. Resistencias bacterianas a los antibióticos*. *Gac. Sanit. España*.
- PORLÁN, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), pp. 175- 185.
- POSADA, J. (2000). El estudio didáctico de las ideas previas. En, Perales, J. y Cañal, P. (Drs.). *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy, España: Editorial Marfil
- POZO, J. y GÓMEZ, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- POZO, J. SANZ, A. GOMEZ, M. LIMÓN, M. (1991) *Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la Psicología cognitiva*. *Enseñanza de las ciencias*. 9(1). 83-94.
- REGGIE, AYALA, PERDOMO.(2012). *Epigenética: definición, bases moleculares e implicaciones en la salud y en la evolución humana*. *Rev. Cienc. Salud* vol.10 no.1 Bogotá
- ROGERS, W.SEWER, M. ZIKE, D. (2012). *Biología. Ciencias de Glencoe*. México D.F. Editorial Mc Graw Hill. Primera Edición en Español. P. 1220.
- SAADA, A Y VALADÉS, D. 2006. Panorama sobre la legislación en materia de genoma humano en América Latina y el Caribe, UNAM, red latinoamericana y del caribe de bioética de la UNESCO México.
- SOLARI, A. (2007). *Genética humana. Fundamentos y aplicaciones en medicina*, 3ª edición. Editorial médica Panamericana. Buenos Aires. p.475.

- SOLOMON, J. (1992). The classroom discussion of science-based social issues presented on television: knowledge, attitudes and values. *International Journal of Science Education*, 14(4), 431-444.
- SMITH, M. (1988). Successful and unsuccessful problem solving in classical genetic pedigrees. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(6), 411-433.
- STANLEY W.B. EWEN & ARPAD PUSZTAI. (1999) “Effects of Diets Containing Genetically Modified Potatoes Expressing *Gaianthus nivalis* Lectin on Rat Small Intestine” 354 *Lancet* P. 1353, 1354.
- STEWART, J Y DALE, M. (1989). *High school students understanding of chromosome/gene behavior during meiosis*. Science Education. Vol. 73. No 4. p.501-521.
- STEWART, J Y VAN KIRK, J. (1990). *Understanding and probelm-solving in classical genetics*, *International Journal os science Education*. Vol. 12 No 5.p 578-588.
- VILLEE, C. (1996). *Biología*. Editorial McGraw-Hill Interamericanas Editores. México,D.F. p. 944.
- VIZCARRO, C. JUÁREZ, E. *¿Qué es y cómo funciona el aprendizaje basado en problemas?. En la metodología del Aprendizaje basado en problemas*. Universidad Autónoma de Madrid. P. 281.
- WOOD, C. LEWIS, J. LEACH, J. DRIVER, R. (1998). *Genética y formación científica:resultados de un proyecto de investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza*. [Versión Electrónica]. Enseñanza de las ciencias. 16(1):43-61.
- YAGUARA, J. (2013). Trabajo de grado: Las leyes de Mendel, una estrategia de aula para grado 8°. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Anexo 1

Guía Diagnóstica sobre Conceptos de Genética

Guía Diagnóstica Sobre Conceptos De Genética

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
ASIGNATURA: BIOLOGÍA GENERAL
GUIA DIAGNÓSTICA SOBRE CONCEPTOS DE GENÉTICA

Nombre ----- Carrera----- Semestre que cursa---

Lea atentamente las preguntas y marque en cada una la o las opciones (es) que considere correcta.
ESTA ENCUESTA NO SE EVALUA POR RESPUESTAS ACERTADAS, sólo busca mejorar la planificación de la asignatura.

1. ¿En qué organismos Ud. encuentra cromosomas?
A) en una bacteria, B) en un roble, C) en la ameba, D) en la ardilla, E) en la mariposa. F) Todas las opciones son correctas.
2. ¿Cuál de las siguientes células humanas contienen un gen que especifica el color de ojos? A) Células en el ojo, B) Células del corazón, C) gametos (espermatozoide y óvulo), D) Células en los ojos y gametos, E) Todas las anteriores.
3. Hay cromosomas que son autosomas y cromosomas sexuales, ¿dónde podemos encontrarlos?
A) Una neurona, B) una célula de la piel, C) un gameto (espermatozoide o un óvulo),
D) una célula madre, E) otra opción, explique.
4. La reproducción sexual es aquella donde tiene lugar la unión de dos gametos. ¿En qué organismos encontramos reproducción sexual?
A) En procariotas, B) en organismos unicelulares, C) en animales, D) en plantas,
E) en los seres humanos.
5. La anemia falciforme en humanos es el resultado de mutaciones en un gen y se hereda como un rasgo recesivo autosómico. Una pareja normal tiene dos niños. El primero nació con anemia falciforme y el segundo es normal. ¿Cuál es la probabilidad de que el segundo niño sea un transportador (heterocigoto) para la mutación que causa la enfermedad?
A) $1/4$, B) $1/2$, C) $2/3$, D) $3/4$, E) 1.
6. El genotipo del par de cromosomas 18 de Irene es: Aa. El genotipo del par de cromosomas de Carlos es: AA Carlos e Irene tuvieron un hijo con tres copias del cromosoma 18 (AAA). ¿En cuál podría haber ocurrido el problema de no separación de los cromosomas?

A) en Irene, B) en Carlos, C) se requiere mayor información para determinar que pariente, D) ninguno de los dos es responsable, E) la mutación apareció por un factor externo.

7. ¿Las mariposas sufren metamorfosis, si estudiamos el genoma de las diferente fases, considera Ud. que habrán diferencias en éste? Explique su respuesta-----

8. ¿Considera Ud. que las plantas tienen órganos reproductivos? Explique su respuesta -----

9. Con relación a la información hereditaria ¿Cómo se diferencia una célula del corazón de un espermatozoide? Explique-----
-----.
10. ¿Cómo se diferencia con relación a la información genética una célula de su piel y una célula muscular? Explique-----
-----.
11. ¿Será posible transmitir un carácter adquirido, como la resistencia a los antibióticos, a los descendientes? Explique-----
-----.
12. ¿Qué papel cumple la meiosis para los seres vivos?-----

13. ¿Qué papel cumple la mitosis para los seres vivos?-----

14. ¿Cuál es la relación entre Gen, ADN, cromosoma y carácter hereditario? Explique-----

15. Las mutaciones son siempre negativas para los organismos? Explique-----

16. ¿Qué relación encuentra entre selección natural y herencia de caracteres?. Explique-----

Anexo 2
Primer momento de la propuesta de aula

PRIMER MOMENTO: CÉLULA Y HERENCIA

FICHA DIDACTICA	
Campo formativo	Biología General
Habilidades de pensamiento	Interpretar, reconocer, analizar, reflexionar
Objetivo	Integrar los conceptos de célula y genética de la herencia.
Tipo de Actividad	Actividad no presencial
Recomendaciones para el docente	Si el estudiante presenta dificultades cognitivas en: <ul style="list-style-type: none">• Dificultad en identificar el dogma central de la biología celular.• Dificultad en comprender el mecanismo de herencia de la genética en los organismos.• Dificultad en comprender la genética mendeliana.

ACTIVIDAD No. 1:
CONCEPTOS DE CELULA E INFORMACIÓN GENÉTICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS
ASIGNATURA: BIOLOGÍA GENERAL
TALLER No. 1. Conceptos de célula e información genética

Objetivo: Integrar, aplicar y construir un modelo que relacione la biología celular y el ciclo celular.

Metodología:

1. Construya un modelo **gráfico muy claro** que explique:
 - a) De qué manera la célula mediante la información genética sintetiza una proteína X y cómo ésta realiza un proceso metabólico específico: 1A) una glicoproteína, lipoproteína o proteína X que cumple una función Y en la célula. Ud. Especifica qué tipo de proteína y qué tipo de función. 1B) Una proteína transportadora X con una función Y en un tipo de transporte específico. Ud. Especifica qué tipo de proteína y qué tipo de función.
 - b) Aplique el ciclo celular, con explicación de cada una de sus fases, en un proceso específico X que involucre un tipo de mitosis particular y mostrando cómo se regula y porque se debe regular la división. Ud. Especifica qué tipo de proceso selecciona.

Parámetros a evaluar:

- Se tendrá en cuenta la inclusión de los conceptos vistos en clase, la claridad de conceptos y su coherencia dentro del modelo gráfico.
- Es muy importante su capacidad de análisis en el diseño del modelo para la evaluación.
- Se evaluará en el modelo tanto los conceptos de ciclo celular, célula y transporte.
- Se pueden incluir fotos, dibujos, etc., la creatividad también será un parámetro a evaluar.

ACTIVIDAD No. 2:
RASGOS GENÉTICOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS
ASIGNATURA: BIOLOGÍA GENERAL
TALLER No. 2. Rasgos Genéticos

Objetivo:

- Encontrar que hay algunos rasgos genéticos que se transmiten de una generación a otra.
- Determinar que en nuestros rasgos predominan características de nuestros ancestros maternos y paternos.
- Reflexionar acerca de la mezcla de genes durante la reproducción por gametos.
- Comprender conceptos como: genotipo, fenotipo, alelos, carácter dominante, carácter recesivo

Metodología:

1. En la tabla 1 se presentan algunos caracteres antrópicos y el tipo de dominancia que se presentan. Teniendo estos rasgos en cuenta, averigüe con sus padres, hermanos, abuelos, tíos, tías, primos y primas; tanto maternos como paternos cómo se presentan estos rasgos y muestre cómo se exteriorizan estos rasgos entre padres e hijos, entre hermanos, entre primos, etc.
2. Compare sus rasgos y trate de detectar si son de origen materno o paterno.
3. Haga una síntesis de rasgos familiares de origen paterno y los de línea materna.
4. Trate de explicar cómo se segregan estos rasgos y cuáles son dominantes y cuáles son recesivos.

Tabla 1. Algunas características genéticas cuyo carácter dominante o recesivo se conoce:

1. Lóbulos orejas: Los lóbulos de la oreja libre son un rasgo dominante contra el lóbulo de la oreja unido a la cabeza. (AUSENTE)
2. El mechón Blanco es un rasgo dominante en relación con la ausencia del mechón que es un rasgo recesivo. (AUSENTE)
3. La presencia de entradas en el cabello, el cual termina en punta es un rasgo dominante en relación con la ausencia de entradas que es recesivo. (PRESENTE)
4. La presencia de hoyuelo en las mejillas es un rasgo dominante; así la persona tenga uno solo, en relación con la ausencia que es un rasgo recesivo.
5. El surco en el mentón es un rasgo dominante sobre la ausencia del surco en el mentón.
6. Los pulgares rectos es un rasgo dominante en relación con los pulgares curvos (recesivos); cuando estos se colocan en ángulo de 90 grados en relación con los demás dedos de la mano. (recesivo)
7. Extremo del meñique recto (recesivo) versus extremo inclinado (dominante).

8. Pelo en el dedo medio de la mano (dominante) versus sin pelo en el dedo medio (recesivo).
9. Remolino del pelo manecillas del reloj (dominante), en contra de las manecillas del reloj (recesivo)
10. Ausencia de pecas (dominante) presencia de pecas (recesiva)
11. Dedo índice del pie largo (recesivo) contra dedo índice del pie corto (dominante).
12. Lengua que se enrolla sobre los bordes (dominante) en relación con la lengua que no se enrolla (recesiva).
13. Cruzar la pierna de derecha a izquierda se considera dominante a cruzarla de izquierda a derecha.
14. Cruzar los brazos de derecha a izquierda se considera dominante a cruzarlo de izquierda a derecha.
15. El Rh sanguíneo es dominante al Rh negativo.
16. El tipo de sangre A y B es dominante al tipo sanguíneo O.

ACTIVIDAD No. 3:

Conceptos de evolución, ciclo vegetal y genética en plantas



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS
ASIGNATURA: BIOLOGÍA GENERAL

TALLER No.3. Conceptos de evolución, ciclo vegetal y genética en plantas

OBJETIVO:

- Reconocer las plantas que se encuentran en el Jardín Botánico de Bogotá,
- Integrar los conceptos de evolución, ciclo vegetal y genética en las plantas.

METODOLOGÍA:

1. Visitar el Jardín Botánico de Bogotá, o el campus de la Universidad Nacional de Colombia.
2. Seleccionar plantas que pertenezcan a diferentes clases taxonómicamente.
3. Escribir un informe, y por cada planta seleccionada realizar:
 - Tomar una foto
 - Identificar a qué grupo taxonómico corresponde y explica evolutivamente como surgió.
 - Reconocer las partes de cada planta.
 - Reconocer el ciclo celular y reproductivo.
 - Explicar cuál es su ecosistema y su función en este.
 - Explicar por medio de un cuadro las características fenotípicas de cada planta y escribe las frecuencias genotípicas. Hacer un análisis mencionando cuales serían los alelos dominantes y recesivos a cada característica.

Anexo 3
Segundo momento de la propuesta de aula

**SEGUNDO MOMENTO: INGENIERIA GENETICA APLICADA
A LA BIOTECNOLOGÍA**

FICHA DIDACTICA	
Campo formativo	Biología General
Habilidades de pensamiento	Interpretar, reconocer, analizar, reflexionar
Objetivo	Conocer los procesos biotecnológicos de la ingeniería genética aplicada a la cotidianidad
Tipo de Actividad	Actividad no presencial
Recomendaciones para el docente	<p>Si el estudiante presenta dificultades cognitivas en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dificultad en los procesos biotecnológicos de la ingeniería genética. • Dificultad en integrar los conceptos de célula y herencia con la biotecnología. • Dificultad en comprender sobre la ciencia como un constructo colectivo.

ACTIVIDAD No. 4:

BIOTECNOLOGÍA



LA BIOTECNOLOGIA

La biotecnología es el empleo de organismos vivos para la obtención de un bien o servicio útil para el hombre. Así, la biotecnología tiene una larga historia, que se remonta a la fabricación del vino, el pan, el queso y el yogurt. El descubrimiento de que el jugo de uva fermentado se convierte en vino, que la leche puede convertirse en queso o yogurt, o que se puede hacer cerveza fermentando soluciones de malta y lúpulo fue el comienzo de la biotecnología, hace miles de años. Aunque en ese entonces los hombres no entendían cómo ocurrían estos procesos, podían utilizarlos para su beneficio.

Estas aplicaciones constituyen lo que se conoce como biotecnología tradicional y se basa en la obtención y utilización de los productos del metabolismo de ciertos microorganismos. Los científicos actualmente comprenden en detalle cómo ocurren estos procesos biológicos lo que les ha permitido desarrollar nuevas técnicas a fin de modificar o copiar algunos de dichos procesos naturales para poder lograr una variedad mucho más amplia de productos. Los científicos hoy saben, además, que los microorganismos sintetizan compuestos químicos y enzimas que pueden emplearse eficientemente en procesos industriales, tales como la fabricación de detergentes, manufactura del papel e industria farmacéutica.

La biotecnología moderna, en cambio, surge en la década de los '80, y utiliza técnicas, denominadas en su conjunto "ingeniería genética", para modificar y transferir genes de un organismo a otro. De esta manera es posible producir insulina humana en bacterias y, consecuentemente, mejorar el tratamiento de la diabetes. Por ingeniería genética también se fabrica la quimosina, enzima clave para la fabricación del queso y que evita el empleo del cuajo en este proceso. La ingeniería genética también es hoy una herramienta fundamental para el mejoramiento de los cultivos vegetales. Por ejemplo, es posible transferir un gen proveniente de una bacteria a una planta, tal es el ejemplo del maíz Bt. En este caso, los bacilos del suelo fabrican una proteína que mata a las larvas de un insecto que normalmente destruyen los cultivos de maíz. Al transferirle el gen correspondiente, ahora el maíz fabrica esta proteína y por lo tanto resulta refractaria al ataque del insecto.

Tomado y adaptado de <<http://www.academia.edu>>[Acceso el 4 de agosto de 2015]

Imagen tomada de: <http://jezuzvillalba.blogspot.com.co/2012/09/11-generalidades.html>

OBJETIVO:

- Comprender conceptos teóricos básicos con respecto a Biotecnología.
- Descubrir e interpretar las diferencias entre biotecnología tradicional y moderna.
- Valorar el rol de la biotecnología en general en la vida diaria.
- Reconocer la importancia del trabajo en equipo.
- Formar críticamente sobre cuestiones relacionadas con la ciencia y la tecnología.

METODOLOGÍA:

1. Realiza la lectura sobre “Biotecnología”
 2. Observa el video sobre “Biotecnología”, en el siguiente enlace: <http://vimeo.com/75340613> que hace referencia a la Biotecnología, su diferenciación, aplicación y relación con nuestra vida diaria.
- Después de realizada la lectura y observado el video sobre Biotecnología, realiza un documento escrito con las respuestas a las siguientes preguntas:
 - ¿Por qué se considera importante la biotecnología para nuestra vida y el de las nuevas generaciones?
 - ¿Qué avances se fueron logrando a través de los años en aplicaciones de la misma?
 - La ingeniería genética ¿Qué rol cumple en el desarrollo de la biotecnología?
 - Nombrar algunos ejemplos de productos que se obtienen a través de la biotecnología tradicional, y que se emplean en diferentes industrias.
 - Indique cuál es la participación de los microorganismos en los procesos de fermentación.
 - Explique qué tipos de fermentación ocurren en los procesos biotecnológicos de producción de pan, cerveza, queso y yogurt
 - ¿Cuál es la función de las enzimas en la biotecnología? Dar ejemplos de enzimas que se emplean en productos biotecnológicos.
 - ¿Cuál es la principal diferencia entre la biotecnología tradicional y la moderna?
 - Investiga las aplicaciones de la biotecnología y completa el siguiente cuadro:

Aplicaciones de la biotecnología en los siguientes campos		
Área de Aplicación	Funciones/técnicas/usos	Implicaciones (positivas o negativas)
Ciencia forense		
Diagnóstico y tratamiento de trastornos hereditarios		
Producción de plantas y animales transgénicos		
Proyecto genoma Humano		
Producción de algunas hormonas y vacunas		
Medio ambiente (bioremediación)		
Reproducción (diversos organismos)		

ACTIVIDAD No.5:

TRANSGÉNICOS

Los productos transgénicos



Son productos de origen animal o vegetal obtenidos a partir de individuos cuya información genética ha sido manipulada por el hombre a fin de modificar alguna de sus características gracias a que poseen determinados genes introducidos por el hombre mediante ingeniería genética; así por ejemplo existen variedades de cereales que soportan plagas y sequías, frutos que tardan más en madurar o en pudrirse, animales con órganos de características parecidas a los humanos, etc.

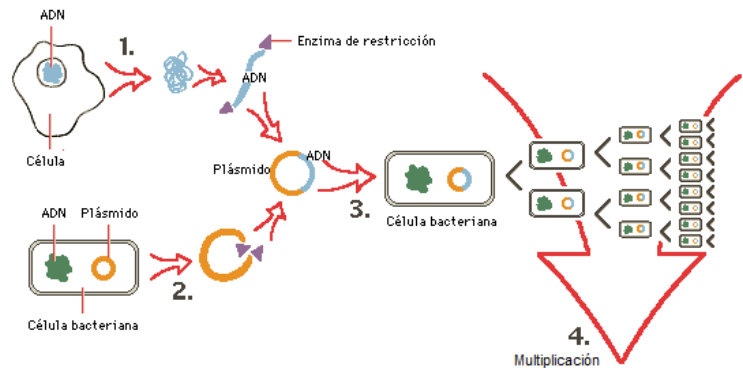
Para sus defensores representan el final de algunos problemas de la humanidad, como son la carencia de órganos para transplantes o la

erradicación del hambre en el mundo, para sus detractores suponen un riesgo para la salud humana no calculado, por el hecho de que acumulan insecticidas, pierden sus cualidades nutritivas, o pueden transmitir al hombre enfermedades de otros seres vivos.

¿Cómo se hace un transgénico?

La biotecnología moderna brinda la posibilidad del desarrollo de alimentos más nutritivos (por ejemplo algún fruto que produzca alguna vitamina), o en el que la propia planta produzca su propio insecticida de origen natural, entre otras posibilidades.

El desarrollo de técnicas de biología molecular y el trabajo colectivo, fue posible detectar un gen que codifica para una proteína insecticida, presente en el genoma del microorganismo *Bacillus thuringiensis*, el cual se encuentra comúnmente en el suelo. Esta proteína es producida por este microorganismo. Usando técnicas de biología molecular se seleccionó el gen, es decir la parte exacta del ADN que tiene la capacidad de producir esta proteína.



Con ayuda de la ingeniería biotecnológica se preparó un segmento de ADN (plásmido), que contenga la región deseada (el fragmento de ADN que produce la proteína insecticida), dentro del genoma de un microorganismo (*Agrobacterium tumefaciens*). Ésta bacteria tiene la capacidad de incrustarse de manera natural entre las células de las plantas, e introducir su material genético (con el gen deseado a introducir) en el genoma de la planta. Una vez que el gen se ha introducido, se realizan numerosos estudios en laboratorio y campo para verificar que por la adición del nuevo gen, no se haya interrumpido la síntesis de otra proteína, que pudiese dañar la salud de la planta, así como numerosos estudios toxicológicos, alergénicos y de “equivalencia sustancial”.

Una vez que la nueva planta ha pasado exitosamente los más estrictos análisis, el resultado final es un Organismo Genéticamente Modificado (OGM) o bien conocido como una planta transgénica, en este caso; una planta con la característica de producir su propio insecticida, pues ahora cuenta con el gen de la proteína insecticida dentro de su propio genoma. Lo cual se traduce en un mayor rendimiento, al no ser atacado por las plagas así como por la reducción del uso de insecticidas químicos.

Tomado y adaptado de: Griffiths et al., 2008, p.358

Imagen animada tomada de: <http://atusalud.com.co/web/index.php/blog-salud/122-que-tienen-que-ver-los-cultivos-transgenicos-con-nuestra-salud>

Imagen de clonación tomada de: <http://fradayuol.blogspot.com.co/2012/05/avances-geneticos.html>

OBJETIVOS:

- *Conocer los transgénicos como parte de la ingeniería genética
- *Identificar alimentos que hayan sido modificados genéticamente.
- *Analizar los efectos secundarios en el ambiente de los alimentos genéticamente modificados
- *Propiciar la discusión crítica frente a los alimentos y animales genéticamente modificados.

METODOLOGÍA:

1. Revisa el siguiente video sobre “Como se hacen transgénicos” en el siguiente:

<https://www.youtube.com/watch?v=RY6zjwOBQWI> y contesta las siguientes preguntas:

- ¿Qué significa transgénico?
- ¿Cómo se obtiene un producto transgénico y para qué?
- ¿Qué plantas transgénicas circulan frecuentemente por nuestros mercados?
- ¿Para qué fin se manipulan genéticamente animales?
- ¿Cuándo empezaron a producirse los primeros transgénicos?

2. Revisa la lista actualizada de los alimentos transgénico que se presentan en el siguiente enlace:
http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/transgenicos/Guia_Roja_Verde_Alimentos_Transgenicos_Actualizada

Escoge un alimento de la lista, y explica como a través de la ingeniería genética se obtuvo este alimento transgénico. Para ello, elabora un mapa conceptual que muestre como fue este proceso.

3. Realiza la siguiente lectura, sobre algunos de estos inconvenientes de los transgénicos.

En el mes de agosto de 1998 el científico Arpad Pusztai decidió hacer públicas las conclusiones de un experimento de laboratorio realizado a su cargo y bajo control del Instituto de Investigaciones Rowett. Estaba encargado de estudiar patatas genéticamente modificadas. Él mismo insertaba el gen en las patatas y después alimentaba ratones de laboratorio con éstas para documentar los efectos.

Pusztai emprendió el estudio creyendo en la promesa de los transgénicos, pero se alarmó con sus resultados.

Lo que descubrió es que estas patatas afectaban los órganos de las ratas y producían una depresión de sus sistemas inmunológicos. Tenían hígados más pequeños; corazones, testículos y cerebros dañados; mostraron cambios estructurales en los glóbulos blancos. Presentaron daños en el timo y bazo; tejidos agrandados en intestinos y páncreas; había casos de atrofia, así como proliferación de células que podían ser señal de mayor riesgo de cáncer en un futuro.

Esto pasó después de diez días de experimentación y los cambios persistieron después de 110 días tras eliminar la alimentación con patatas genéticamente manipuladas.

Su informe emitido por la televisión británica exacerbó las prevenciones que vienen esgrimiendo muchos consumidores sobre este tipo de alimentos. Como resultado de este suceso Pusztai fue despedido como investigador del Instituto Rowett.

Transgénicos en mi nevera <http://www.islamyal-andalus.org/control/noticia.php?id=1941> [8 de febrero de 2010]

Imagen tomada de: <https://noticiasdebajo.wordpress.com/2011/03/12/estudios-cientificos-que-han-sido-silenciados-por-la-industria-biotecnologica/>



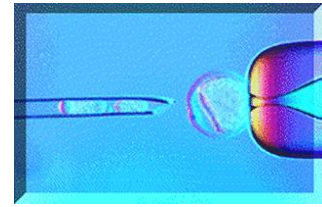
4. Elabora un informe con las ventajas y los inconvenientes de los cultivos y alimentos transgénicos. Este se socializa en un foro, en el cual también se tendrá en cuenta las implicaciones éticas.

ACTIVIDAD No. 6:

CLONACIÓN

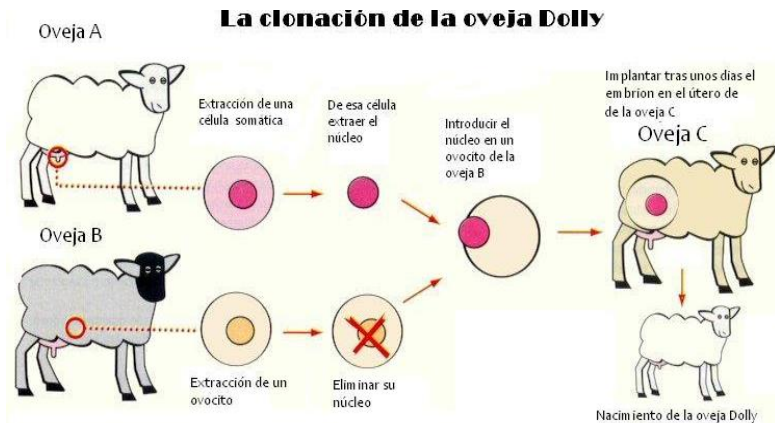
LA CLONACIÓN

Es el proceso por el cual se consiguen copias idénticas de un organismo maduro, de forma asexual. La posibilidad de clonar se planteó con el descubrimiento del ADN, y el conocimiento de cómo se transmite y expresa la información genética en los seres vivos. Asimismo, los avances en el conocimiento ADN junto con las técnicas de ingeniería genética, permitieron el desarrollo de los organismos genéticamente modificados (OGMs), que son organismos (bacterias, hongos, levaduras, mamíferos, etc.) a los que se les ha alterado el material genético al introducir, eliminar o modificar algún gen. Los genes son las unidades de secuencia completa del ADN que codifican para proteínas o ARN funcional. Modificar el material genético original de un organismo presenta ventajas, por ejemplo, proveer al organismo de una característica que no poseía (ya sea ventajosa o no) o producir una proteína de interés en un ambiente distinto para estudiarla, purificarla u obtenerla en grandes cantidades, entre otras cosas.



del

Los seres vivos superiores están formados por millones de células y, a pesar de sus diferencias, cada una de ellas contiene toda la información necesaria para generar un nuevo organismo. Las células reproductoras (óvulo y espermatozoide) constituyen excepción a esto, ya que sólo contienen la mitad de la información, para que al fusionarse con otra célula sexual, den lugar a una dotación genética completa. Todas las células un individuo derivan de una única célula inicial: el embrión unicelular o cigoto. Esta célula se obtiene de



una

de

forma natural por la fusión de las células reproductoras. En el cigoto está la información de cómo va a ser el nuevo organismo: su sexo, sus características físicas, etc. A partir de entonces, esa información se irá convirtiendo rápidamente en realidad por dos procesos: la división celular y la especialización de las células. Teóricamente, cualquier célula del organismo adulto (células somáticas, no reproductoras) puede servir para obtener un nuevo ser vivo de las mismas características, ya que tiene en su ADN la información de cómo es y cómo se desarrolla ese determinado organismo. Se trataría de tomar una célula cualquiera, exceptuando las células reproductoras que tienen una dotación incompleta, y conseguir que esa información se exprese, se ponga en funcionamiento y produzca otro ser. Clonar consistiría, por tanto, en reprogramar una célula somática para que empiece el programa embrionario. Una vez comenzado su desarrollo se implantaría en un útero, ya que de momento no es posible que los embriones lleguen a término fuera de él. Pero, en la práctica, esto no funciona debido a que las células somáticas son células ya especializadas, que se limitan a dividirse y producir más células especializadas como ellas. Aunque tienen la información de cómo hacer el ser vivo, la especialización ha hecho que “pierdan la memoria”: sólo recuerdan la parte de información que usan habitualmente, y no pueden reprogramarse y empezar de cero a producir un nuevo ser. Para lograr que una de esas células “recupere la memoria” y diera lugar a un nuevo ser, se recurrió a una técnica denominada transferencia nuclear: se tomó el núcleo de esa célula, que es la parte que contiene el ADN, y por tanto la información, y se fusionó con el citoplasma de un óvulo, al que previamente se le había eliminado el núcleo. Se utilizó un óvulo porque es una célula equipada para el desarrollo embrionario, y su citoplasma vendría a ser de algún modo el entorno adecuado para que el núcleo de la célula adulta se reprogramara. Y, en efecto, así fue: esa célula se transformó en un embrión unicelular y comenzó el sofisticado programa embrionario, de manera idéntica al que se obtiene por la fusión de un óvulo y un espermatozoide. El resultado final de la clonación es la obtención de individuos (o células) genéticamente idénticos a aquel del cual provino el núcleo de la célula especializada.

Tomada y adaptada de Griffiths et al., 2008, p.307.

Imagen tomada de: <http://eljavivlog.blogspot.com.co/2015/06/tema-5-clonacion.html> Imagen

Imagen tomada de: <https://actualidad.rt.com/ciencias/view/94554-clonacion-humana-celulas-madre>

OBJETIVOS:

- Comprender los principios básicos de la clonación, sus comienzos y sus aplicaciones.
- Aplicar los conceptos de célula y genética molecular.

METODOLOGÍA

1. Observa los siguientes videos:

-Clonación: Desde Dolly hasta la actualidad: <https://www.youtube.com/watch?v=SvKQgVscqJQ>

-¿Qué es la clonación?: https://www.youtube.com/watch?v=ev_r9-LPDOc

-Tipos de clonación: <https://www.youtube.com/watch?v=Fwh9k18A3mA>

2. Teniendo en cuenta, estos videos y la lectura anterior, responde:

- ¿En que difiere un animal clonado de uno transgénico?

-¿Hay animales transgénicos clonados? Citen ejemplos. ¿Por qué creen que es útil clonar un animal transgénico?

-¿Los animales transgénicos solo se utilizan para producir fármacos? ¿Qué otros usos tienen? Describan en qué consisten.

-Investigue cuál fue el primer animal adulto clonado en Colombia y cuándo sucedió esto; explique la eficiencia del proceso de clonación, teniendo en cuenta la cantidad de: cigotos obtenidos, hembras a las que fueron transferidos y embriones nacidos. Para ello, elabora un mapa conceptual que muestre como fue este proceso.

- Argumente la importancia de poder clonar animales. ¿Cuáles creen que son las ventajas o desventajas que implica?

-Explique, las implicancias éticas de la clonación en animales y en humanos. Haga un listado de pros y contras con argumentos válidos.

3. En grupos de dos estudiantes, elaboren una presentación de diapositivas con la información obtenida, para ser socializadas en la clase.

.

ACTIVIDAD No. 7: FERTILIDAD *In Vitro*

La Fecundación *in Vitro* (FIV o IVF por sus siglas en inglés) es una técnica de laboratorio que permite fecundar un óvulo con un espermatozoide fuera del útero. La FIV es el principal tratamiento para la esterilidad cuando otros métodos de reproducción asistida no han tenido éxito. El proceso implica el control hormonal del proceso ovulatorio, extrayendo uno o varios ovocitos de los ovarios maternos, para permitir que sean fecundados por espermatozoides en un medio líquido. El ovocito fecundado puede entonces ser transferido al útero de la mujer, en vistas a que anide en el útero y continúe su desarrollo hasta el parto.



Fecundación *in vitro*

Desde el primer caso exitoso en Gran Bretaña hace casi tres décadas, la fecundación *in vitro* se ha convertido en el más popular y difundido de los métodos de fertilización asistida. Consiste, fundamentalmente, en extraer óvulos de las mujeres y espermatozoides de los hombres y lograr la fecundación en un laboratorio, fuera del cuerpo materno, para saltar diversos obstáculos que pueden impedir un embarazo natural. Una vez obtenido el embrión es implantado en el útero para continuar la gestación. Con el tiempo, las técnicas de fertilización *in vitro* se han vuelto más eficientes y en los últimos años, el índice de embarazos exitosos llega a multiplicar por siete al de los primeros días. Esta técnica hoy puede combinarse con otras para aumentar las posibilidades de que se produzca la concepción.

1.000.000
Es el número aproximado de niños concebidos por esta técnica en todo el mundo desde el primer caso, en 1978.

Fábrica de bebés
Una vez identificadas las células más saludables, se fertilizan en un laboratorio con espermatozoides del futuro padre. Obtienen los embriones, pueden ser insertados en el útero de la madre o congelados para hacerlos más adelante.

De regreso al útero
Los embriones seleccionados. Cuando son viables para comenzar las posibilidades son transferidas al útero de la madre a través de la vagina, utilizando un catéter.

Implantación
Los embriones seleccionados. Cuando son viables para comenzar las posibilidades son transferidas al útero de la madre a través de la vagina, utilizando un catéter.

La fecundación
Se produce en una placa a la temperatura del cuerpo humano y fundido en un medio de cultivo especial.

El embrión
A partir de este momento, el embrión es monitorizado y controlado por el personal médico. Si progresa, se convertirá en un bebé.

32 horas
Se produce la primera división celular. El embrión ahora tiene dos células.

Día 3
Cuando el embrión tiene entre 12 y 16 células se le denominan morula.

Día 5
Al separar las dos células se convierte en blastocisto. Una gran cantidad de células en el medio. De esta fase ya puede ser transferido al útero materno.

Las Probabilidades
El éxito del método depende de diversos factores. Entre ellos, de la edad de las mujeres en una pareja.

Para una mujer de 35 años, las estadísticas dicen que solo un tercio de cada 10 puede concebir y generar un embarazo.

5 son inviabilidades

5 se van fecundando

1 a 4 implantados pueden generar un bebé

En busca de ovarios
El primer paso para lograr una fecundación *in vitro* es obtener óvulos saludables y en cantidad suficiente para ser fecundados.

1. Normalmente, la mujer produce un óvulo cada mes por cada 28 días. Mediante el uso de hormonas, estas células se liberan y sobreviven varios días.
2. En esta etapa la mujer es monitorizada mediante ultrasonido y análisis de sangre para determinar los niveles hormonales.
3. Una vez maduros, los óvulos son extraídos mediante una aspiración guiada por fluoroscopia. A la mujer inmediatamente se le inserta una jeringa con el medicamento de rescate por su seguridad con el que se alivian los dolores.

ICSI
Son las siglas en inglés de una técnica llamada Inyección Intracitoplasmática de Espermatozoides, que es uno de los tratamientos de infertilidad en los últimos años. Consiste en inyectar directamente los espermatozoides en los ovulos durante la fecundación *in vitro*.

¿Para quién es útil un FIV?

El tratamiento FIV se recomienda cuando:

- Las Trompas de Falopio están obstruidas.
- Se presenta factor masculino severo.
- Existe endometriosis severa.
- Otros tratamientos han fallado.
- Las parejas con factor masculino severo por lo general requieren de FIV con Inyección Intracitoplasmática de espermatozoides [ICSI].

¿Qué probabilidad de embarazo brinda una FIV? La probabilidad de obtener un embarazo con un ciclo de FIV es mayor al 45% en mujeres menores de 35 años. Puede variar según factores como la edad de la mujer, la duración de la infertilidad, y la causa de infertilidad. El total acumulativo de la tasa de embarazo después de tres ciclos de tratamiento puede ser del 70 al 80%. Para las mujeres, la edad puede ser el factor más influyente porque el número y calidad de los óvulos en los ovarios disminuye drásticamente a partir de los 35 años de edad. (Tomado y adaptado de: <<http://inser.com.co/tratamientos-fertilizacion-in-vitro-fiv/>> [Acceso el 13 de octubre de 2015]), Imagen tomada de: <http://www.clinicafertilidadmexicodf.com/todo-sobre-la-fecundacion-in-vitro/>. Acceso 23 de octubre de 2015

OBJETIVO:

- Conocer el proceso de Fertilización *In vitro*.
- Integrar los conceptos de división celular de la meiosis, hormonas, fecundación con la fertilización *In vitro*.
- Identificar las técnicas de ingeniería genética que se utilizan en la fertilización *In vitro*.

METODOLOGÍA:

1. Observa los siguientes videos:

- Fecundación *In vitro*:

<https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=video&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwixvZPrk8HJAUEWSYKHYYI2C3EQtwllzAA&url=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3DDDM6iGam7TIE&usg=AFQjCNFP5qxitn3bim7ZYSYQUg4UhEXHdA&sig2=wF-U5FVw3RDVFqaMzMGToW&bvm=bv.108538919,d.eWE>

- *In vitro* parte 1: <https://www.youtube.com/watch?v=vHbeh9A4Wxl>

- *In vitro* parte 2: <https://www.youtube.com/watch?v=liw3O18zOz4>

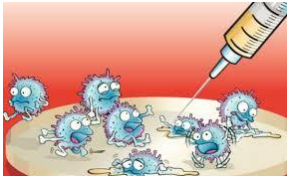
2. Después de realizar la lectura y los videos anteriores responde:

- Mencione y explica cada una de las etapas del proceso de fecundación *In vitro*.
- En qué consiste la estimulación hormonal en el ovario.
- ¿Cuáles son las hormonas involucradas en el proceso de la fecundación *In vitro* y cuál es su función?
- En qué consiste la maduración *In vitro* de los ovocitos, y cuál es la diferencia con la fecundación normal.
- ¿Qué características se deben tener en cuenta para tener la máxima compatibilidad entre receptores y donantes de esperma?
- ¿Qué técnicas de ingeniería genética se emplean para la fertilización *In vitro*? Explique.
- ¿Qué aspectos comparten la fertilización *In vitro*, con la clonación? Evalúe técnicas de ingeniería genética, organismos y procesos.

3. Elabore un mapa conceptual del proceso de Fertilidad *In vitro*, que involucre: 1) la meiosis (gametogénesis y espermatogénesis), 2) la fecundación,3) la implantación del embrión en el útero, 4) el proceso embrionario hasta llegar al nacimiento, 4) Involucre las hormonas que hacen parte de este proceso y cuáles serían sus funciones, 5) técnicas de ingeniería genética en cada etapa.

ACTIVIDAD No. 8:

VACUNAS



Las vacunas y la Ingeniería Genética

Una **vacuna** es una preparación biológica que proporciona inmunidad adquirida activa ante una determinada enfermedad. Una vacuna contiene típicamente un agente que se asemeja a un microorganismo causante de la enfermedad y a menudo se hace a partir de formas debilitadas o muertas del microbio, sus toxinas o una de sus proteínas de superficie. El agente estimula el sistema inmunológico del cuerpo a reconocer al agente como una amenaza, destruirla y guardar un registro del mismo, de modo que el sistema inmune puede reconocer y destruir más fácilmente cualquiera de estos microorganismos que encuentre más adelante. Las vacunas pueden ser profilácticas (ejemplo: para prevenir o aminorar los efectos de una futura infección por algún patógeno natural o "salvaje") o terapéuticas (por ejemplo, también se están investigando vacunas contra el cáncer).

Obtención de proteínas de seres vivos

Una serie de hormonas como la insulina, la hormona del crecimiento, factores de coagulación, etc., tienen un interés médico y comercial muy grande. Antes, la obtención de estas proteínas se realizaba mediante su extracción directa a partir de tejidos o fluidos corporales. En la actualidad, gracias a la tecnología del ADN recombinante, se clonan los genes de ciertas proteínas humanas en microorganismos adecuados para su fabricación comercial. Un ejemplo típico es la producción de insulina que se obtiene a partir de la levadura *Sacharomyces cerevisiae*, en la cual se clona el gen de la insulina en humanos.

Las vacunas pueden estar compuestas de bacterias o virus, ya sean vivos o debilitados, que han sido criados con tal fin. Las vacunas también pueden contener organismos inactivos o productos purificados provenientes de aquellos primeros. Hay cinco tipos de vacunas

Obtención de vacunas recombinantes

El sistema tradicional de obtención de vacunas a partir de microorganismos patógenos inactivos, puede comportar un riesgo potencial. Muchas vacunas, como la de la hepatitis B, se obtienen actualmente por ingeniería genética. Como la mayoría de los factores antigénicos son proteínas lo que se hace es clonar el gen de la proteína correspondiente.

Vacunas atenuadas: Se eliminan los genes de virulencia de un agente infeccioso para provocar una respuesta inmune. El organismo modificado genéticamente puede usarse como lo que es llamado una vacuna "viva" sin que exista riesgo de que se revierta al tipo virulento. Actualmente se está ensayando una vacuna de cepas estables del *Vibrio cholerae*, éste se encuentra desprovisto del gen que codifica para su enterotoxina, la cual provoca la enfermedad. Otro ensayo existente ha sido en la *Salmonella*, a la cual se le han quitado ciertos genes que aunque no son virulentos, convierten a la cepa en atenuada una vez desaparecidos, es decir que disminuyen su virulencia 1, 000, 000 de veces. Su efectividad ha logrado demostrarse en ovejas, bovinos, pollos y hasta en humanos recientemente.

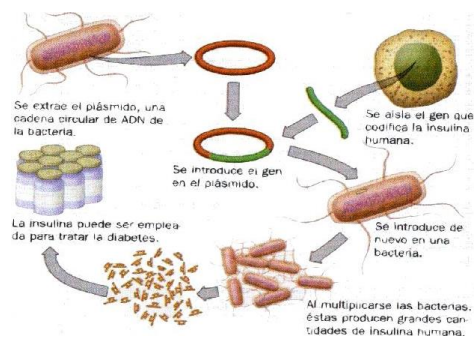
Vacunas de organismos recombinantes vivos: Para estas se utilizan microorganismos no patógenos a los cuales se incorporan genes de agentes patógenos que codifican para los antígenos que desencadenan la respuesta inmune. El virus *vaccinal* tiene un genoma amplio y secuenciado que permite acomodar varios genes foráneos en su interior por lo que es un vector recombinante muy utilizado. A partir de éste método se ha logrado desarrollar la vacuna contra la rabia insertando el genoma del virus, provocando la respuesta inmune en el organismo del hospedador. De igual manera se han ensayado las expresiones de genes que codifican para antígenos de virus de la hepatitis B, de la gripe y del herpes simple. Con este método, se podría lograr el desarrollo de vacunas que inmunicen simultáneamente para varias enfermedades, insertando en el virus recombinante varios genes de distintos organismos patógenos a la vez.

Vacunas de subunidades: Para agentes infecciosos que no se pueden mantener en cultivo, se aíslan los genes que codifican para las proteínas causantes de la respuesta. Dichos genes se pueden clonar y expresar en un huésped alternativo tales como bacterias, levaduras o líneas celulares de mamíferos. Luego de insertado el gen de interés, la bacteria o levadura recombinante inicia con la producción de subunidades de proteínas en grandes cantidades, mismas que son recolectadas y purificadas para utilizarlas como vacunas. La vacuna contra la hepatitis B fue la primera puesta en el mercado y siendo producida por este método.

Vacunas de ADN: Consisten en plásmidos en los que se introduce tan sólo una diminuta cantidad del material genético del patógeno contra el que se pretende luchar. Al inyectar el plásmido en el músculo o la piel, éste penetra dentro de la célula y llega al núcleo, comandando entonces la producción de los antígenos del patógeno que desencadenarán la respuesta inmune. Así, se traslada la fábrica de la vacuna a los tejidos del huésped. En la actualidad se realizan ensayos de diversas vacunas de este tipo, algunos ejemplos son la vacuna para la hepatitis B, para la malaria, para la gripe, para el herpes simple y para el SIDA.

Tomado y adaptado de: <https://www.minsalud.gov.co>

Imagen tomada de: <http://www.yonoquierotransgenicos.cl/2014/01/insulina-humana-de-origen-transgenico/>. Acceso 20 de octubre de 2015.



OBJETIVOS:

- Conocer las aplicaciones de la ingeniería genética en medicina e industria farmacéutica.
- Elaborar un folleto acerca de las vacunas, que integre los conceptos de ingeniería genética.
- Conocer cómo actúa el sistema inmune en el proceso de reconocimiento de la vacuna.

METODOLOGÍA:

1. Observa los siguientes videos:

-Las vacunas: <https://www.youtube.com/watch?v=Lm94vq5thzg>

-La vacuna y la ingeniería genética:

<http://www.slideboom.com/presentations/751705/Ingenier%C3%ADa-gen%C3%A9tica>

- El sistema inmunológico y las vacunas: <https://www.youtube.com/watch?v=Kjb5qzw1dlc>

- Las vacunas: ¿Cómo funcionan?. <https://www.youtube.com/watch?v=80IYChMN-EI>

2. Después de realizar la lectura y observar los videos, responde:

-¿Cuál es la función del sistema inmune, cómo actúa el sistema inmune en el reconocimiento de un agente patógeno y como responde naturalmente a este naturalmente?

-¿Cuáles son las barreras naturales del organismo ante agentes patógenos?

-¿Cómo ocurre una infección en nuestro organismo y cómo actúa el sistema inmune?

-¿Por qué son importantes vacunarnos?

¿Cómo el agente de una vacuna estimula el sistema inmune?

-Se puede hablar de vacunas transgénicas. Explique detalladamente con un ejemplo.

¿Qué ocurre en el organismo si rechaza una vacuna?, por qué ocurre esto.

-¿Cómo funciona y actúa la vacuna?

-¿Cuáles son los primeros anticuerpos que recibimos naturalmente?

¿Qué son las células de memoria y cuál es su función en el sistema inmune?

3. Revise la tabla de vacunas para Colombia (Ministerio de Salud de Colombia), y responda:

-¿Por qué se establecen ciertas vacunas para Colombia y otras no? Explique.

-¿Por qué se recomienda aplicar las vacunas en unas edades específicas y tiempos determinados?


-¿Por qué algunas vacunas se aplican una sola vez en la vida, y otras necesitan refuerzo?

4. Seleccione una vacuna de la listado para Colombia (ver tabla al final).

Elabore un folleto con la vacuna seleccionada, en el cual involucre los temas de vacunas, explique su origen, cómo surgió, qué tipo de vacuna es, cómo fue el proceso de elaboración, explique qué técnicas de ingeniería genética se usaron para desarrollarla, cómo actúa esta vacuna en el organismo y cuál es la respuesta del sistema inmune ante la vacuna, que implicaciones ha tenido en la población humana, su importancia, etc.

Esquema de vacunas para la población Colombiana:

A LAS VACUNAS HAY QUE IR 8 VECES



VACUNAS AL DÍA, TE LA PONEMOS FÁCIL

Sabias que...

Esquema de vacunación

Las vacunas incluidas en el esquema nacional de vacunación, son gratis para todos los niños y niñas menores de 6 años.

Recién nacido
Lactancia materna exclusiva
Tuberculosis
Hepatitis B

Única
Única

Dirigiéndote al punto de vacunación más cercano podrás tener acceso a las vacunas incluidas en el esquema nacional de vacunación.

2 meses
Lactancia materna exclusiva
Polio (Oral – IM)
PENTAVALENTE: Hepatitis B, Haemophilus
Influenzae Tipo b y Difteria – Tosferina – Tétano (DPT)
Rotavirus
Neumococo

Primera
Primera
Primera
Primera

Las vacunas del esquema nacional de vacunación cuentan con el apoyo de la Sociedad Colombiana de Pediatría, por lo tanto son seguras y eficaces.

4 meses
Lactancia materna exclusiva
Polio (Oral – IM)
PENTAVALENTE : Hepatitis B, Haemophilus
Influenzae Tipo b y Difteria – Tosferina – Tétano (DPT)
Rotavirus
Neumococo

Segunda
Segunda
Segunda
Segunda

Para acceder a las vacunas debes llevar contigo el carné de vacunación, si no lo tienes acude al punto de vacunación más cercano para que revisen tu caso.

6 meses
Continúe la lactancia materna hasta que cumpla dos años e inicie alimentación complementaria nutritiva
Polio (Oral – IM)
PENTAVALENTE : Hepatitis B, Haemophilus
Influenzae Tipo b y Difteria – Tosferina – Tétano (DPT)
Influenza

Tercera
Tercera
Primera

Niñas 9 años o más

7 meses
Influenza

Segunda

Niñas 9 años o más

12 meses
Sarampión Rubéola Paperas (SRP)
Fiebre Amarilla
Neumococo
Influenza
Hepatitis A

Primera
Primera
Refuerzo
Anual
Única

Niñas 9 años o más

18 meses
Difteria – Tosferina Tétano (DPT)
Polio (Oral – IM)

1º Refuerzo
1º Refuerzo

Niñas 9 años o más


5 años
Polio (Oral – IM)
Difteria – Tosferina Tétano (DPT)
Sarampión Rubéola Paperas (SRP)

2º Refuerzo
2º Refuerzo
Refuerzo


Niñas 9 años o más

VPH

1º dosis
2º dosis a los seis meses
3º a los 60 meses (5 años)



MinSalud
Ministerio de Salud y Protección Social



ACTIVIDAD No. 9:
PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN Y LOS OMG

Objetivo general:

Comprender el principio de precaución y los alcances de su aplicación en favor de la salud y de la sostenibilidad ambiental.

El **principio de precaución o principio precautorio**, es un concepto que respalda la adopción de medidas protectoras ante las sospechas fundadas de que ciertos productos o tecnologías crean un riesgo grave para la salud pública o el ambiente, pero sin que se cuente todavía con una prueba científica definitiva de tal riesgo. Este principio nos exige que en caso de amenaza para el ambiente o la salud y en una situación de incertidumbre científica se tomen las medidas apropiadas para prevenir el daño. No sin dificultades a lo largo de estos últimos años el principio ha ido afianzándose como un elemento dentro del ámbito político y jurídico de numerosos países y, sobre todo, a nivel europeo e internacional. A pesar de los problemas suscitados, el principio representa una herramienta valiosa en la configuración de un nuevo paradigma para las políticas públicas requeridas por los desafíos presentes y futuros. Tomado y adaptado de: <http://www.uninorte.edu.co/documents/4368250/4488389/El+principio+de+precauci%C3%B3n+en+la+legislaci%C3%B3n+ambiental+colombiana/c7e464c7-f69c-43e3-967d-f9d63ce1ca6f?version=1.0>

Metodología:

- A. Visite los siguientes enlaces, haga una lectura crítica de la información y construya una síntesis en un mapa mental que dé cuenta del ámbito de aplicación de este principio en favor de la salud, de la protección de la biodiversidad y del ambiente.
1. PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN Y MEDIO AMBIENTE:
http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272005000200003
 2. EL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN EN LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL COLOMBIANA:
<http://www.uninorte.edu.co/documents/4368250/4488389/El+principio+de+precauci%C3%B3n+en+la+legislaci%C3%B3n+ambiental+colombiana/c7e464c7-f69c-43e3-967d-f9d63ce1ca6f?version=1.0>
 3. El principio de precaución en la conservación de la biodiversidad y la gestión de los recursos naturales:
http://www.mamacoca.org/docs_de_base/Legislacion_tematica/elprincipiodeprecaucion.pdf
- B. Seleccione un caso de discusión relacionado con los Organismos genéticamente modificados y elabore un mapa conceptual a la luz del principio de precaución trate de dar una aclaración a esta discusión.

ACTIVIDAD No. 10:
BIOÉTICA E INGENIERIA AMBIENTAL

Objetivo: Desarrollar fundamentos bioéticos en el desarrollo de la ingeniería genética.

Metodología:

A) Ver el video: La Granja del Dr Frankenstein:

<https://www.youtube.com/watch?v=3ITNtgy6jel&nohtml5=False>

B) Después de ver el vídeo haga un mapa mental sobre las dos posiciones sobre la ingeniería ambiental.

1. ¿Qué desarrollos se han logrado con la ingeniería genética?
2. ¿Cuáles son los pros y los contras de estas tecnologías?
3. Investigue en qué consiste la sostenibilidad ambiental
4. ¿Cómo podemos gestionar nuestro desarrollo, sin poner en peligro la sostenibilidad ambiental, pero dándonos la oportunidad de aprovechar los aspectos positivos de la ingeniería genética?

Anexo 4
Tercer momento de la propuesta de aula

TERCER MOMENTO: MUCHO MAS QUE GENES

FICHA DIDACTICA	
Campo formativo	Biología General
Habilidades de pensamiento	Interpretar, reconocer, analizar, reflexionar
Objetivo	Conocer la nueva ciencia “epigenética” y como el ambiente influye en nuestro genes.
Tipo de Actividad	Actividad no presencial
Recomendaciones para el docente	Si el estudiante presenta dificultades cognitivas en: <ul style="list-style-type: none">• Dificultad en comprender que el ambiente puede modificar los genes.• Dificultad para entender que la ciencia es un constructo colectivo.

ACTIVIDAD No. 11:

EPIGENÉTICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS
ASIGNATURA: BIOLOGÍA GENERAL
TALLER No. 11. Epigenética



La secuenciación del genoma humano fue un hito en la historia de la biología. Sin embargo, cada vez estamos más seguros de que no todo está escrito en los genes. Y es que la flexibilidad de las respuestas humanas no se reduce a los mecanismos heredados genéticamente. Cada vez queda más claro que debe haber una regulación más allá de los genes, a la que llamamos «**Epigenética**», que se define como todos aquellos mecanismos no genéticos (no explicables debido a la secuencia de nuestro ADN) que alteran la expresión génica y que por ende afectan el fenotipo del organismo.

La epigenética (del griego *epi*, en o sobre, y *-genética*, *genetikos - génesis*, "origen") es un término que se acuñó en 1948 por Conrad Hal Waddington, y hace referencia al estudio de todos aquellos factores no genéticos que intervienen en la determinación del desarrollo de un organismo; desde el óvulo fertilizado hasta su senescencia, pasando por la forma adulta, y que interviene en la regulación heredable de la expresión génica sin que tenga lugar un cambio en la secuencia de nucleótidos. El ambiente, el aprendizaje, la alimentación y muchos factores de nuestro estilo de vida modulan nuestra epigenética, conformándonos como individuos particulares y modificando nuestras capacidades. Aunque no decidimos sobre nuestra genética, ¿lo podemos hacer sobre nuestra epigenética?

Si bien, los cambios epigenéticos pueden ser reversibles, la mayoría de estos cambios heredados se mantienen estables a través de múltiples ciclos de la división celular, permitiendo a las células tener identidades diferentes y a pesar de mantienen la misma información genética. Esta herencia de los patrones de expresión génica puede ser modificada por factores epigenéticos e inducir alteraciones en algunas vías de señalización, lo que puede conllevar el establecimiento de enfermedades como las neoplasias. Se ha postulado que los cambios epigenéticos podrían ser el evento iniciador en algunos tumores.

La estructura de la cromatina define el estado en el que la información genética está organizada en la célula. Los mecanismos epigenéticos que pueden modificar la estructura de la cromatina comprenden: la metilación del ADN, modificaciones de las histonas y modificaciones en el ARN. Estas modificaciones alteran la expresión de la información presente en el código genético.

Los mecanismos epigenéticos son esenciales para el desarrollo normal de la célula y el mantenimiento de los patrones de la expresión génica en los tejidos de los mamíferos. Sin embargo, modificaciones epigenéticas pueden llevar al mal funcionamiento o a la inhibición de varios patrones de señales facilitando la aparición del cáncer (Adaptado de reggie et al., 2012).

Entre las modificaciones de la cromatina están:

1. La metilación de la citosina del ADN, la expresión ARNs no codificante y la remodelación del nucleosoma. La metilación aberrante del ADN se asocia con la expresión génica y juega un papel importante en la génesis tumoral.
2. La hipometilación afecta la estabilidad genómica y la activación de lo proto-oncogenes mediante varios mecanismos que contribuyen al desarrollo del cáncer.
3. La hipermetilación se asocia con el silenciamiento de y particularmente con los genes supresores de tumores y considera el sello distintivo de los cánceres.
4. Modificaciones en la expresión de los micro-ARN (ARNmi), que regulan la expresión de varios genes envueltos en la regulación de la transcripción, en la división celular y en la apoptosis. La alteración en la expresión de éstos puede promover la tumorigénesis. Mecanismos de mutación, unión al factor de transcripción o alteración epigenética afecta la expresión de los ARNmi.
(Adaptado de Reggie et al., 2012).



OBJETIVO:

Llevar al estudiante a comprender y a reflexionar sobre la interacción genes-ambiente-salud.

Video:

2. Observar el video “Epigenética: Cómo la alimentación altera nuestro genes“ <http://www.ver-documentales.net/sustancias-toxicas-victimas-de-la-moda/>

Ejercicio:

1. Explicar de qué manera la epigenética actúa para modificar la expresión de genes sin afectar la secuencia de nucleótidos.
2. Identificar algunos factores de riesgo como causantes de enfermedades crónico-degenerativas.
3. Explicar la siguiente expresión: “Epigenética: Un nuevo paradigma. De víctimas de nuestros genes a responsables de nuestra calidad de vida”.
4. Relacione las metilaciones en el ADN - la síntesis de ARNm y la expresión de los genes
5. Las histonas son susceptibles a una serie de modificaciones post-traduccionales que incluyen: fosforilación, acetilación, metilación, ubiquitación y ADP-ribosilación. Explica como el proceso de modificación en una histona altera la expresión génica.
6. ¿Qué consecuencias traen para el *Homo sapiens* que las alteraciones epigenéticas se hereden?
7. ¿Qué estilo de vida podría contribuir a prevenir la aparición de problemas epigenéticos en tus descendientes?

Anexo 5
Cuarto momento de la propuesta de aula

CUARTO MOMENTO: METACOGNICIÓN

FICHA DIDACTICA	
Campo formativo	Biología General
Habilidades de pensamiento	Interpretar, reconocer, analizar, reflexionar
Objetivo	Reflexionar sobre esta propuesta didáctica y a hacer sugerencias de mejoramiento del curso.
Tipo de Actividad	Actividad no presencial
Recomendaciones para el docente	Comente a los estudiantes la importancia de evaluar el curso de Biología general ya que brinda luces de las fortalezas y debilidades de esta presente propuesta didáctica.

ACTIVIDAD No. 12:
METACOGNICIÓN

OBJETIVO:

Reflexionar sobre esta propuesta didáctica y a hacer sugerencias para mejorar la propuesta de aula.

METODOLOGÍA:

1. Realizar la encuesta “Evaluación de la propuesta de aula”.
2. Las preguntas son las siguientes:

Estimados estudiantes, finalizado la propuesta de aula, solicitamos el favor, que haga una reflexión sobre su desarrollo, tu participación y nos aportes algunas sugerencias que permitirán hacer cambios en favor del estudiante.

1. ¿Qué aprendí en el desarrollo de la propuesta de aula?
2. ¿Qué se me dificultó durante el desarrollo de la propuesta de aula?
3. ¿Cómo crees que podrías mejorar tu desempeño durante el desarrollo de la propuesta de aula?
4. ¿Qué fue lo que más te costó trabajo entender y aprender?
5. ¿Qué fue lo que definitivamente no aprendí?
6. ¿Qué te hubiera gustado aprender?
7. Definitivamente sobre ¿Qué aspectos requieres ayuda?

Muchas gracias.

