



Institución Universitaria

# **Apropiación de conceptos de ciencias naturales a través de la construcción de una narrativa de ciencia ficción**

**Andrea Paola Arias Muñoz**

Instituto Tecnológico Metropolitano  
Facultad de Ciencias Exactas y Aplicadas  
Medellín, Colombia

2022



# **Apropiación de conceptos de ciencias naturales a través de la construcción de una narrativa de ciencia ficción**

**Andrea Paola Arias Muñoz**

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

**Magíster en Ciencias: Innovación en Educación**

Director (a):

Ph.D. Adriana María Soto Zuluaga

Instituto Tecnológico Metropolitano  
Facultad de Ciencias Exactas y Aplicadas  
Medellín, Colombia

2022



*A mi hija, quien ha sido el motor que me mantiene en marcha en medio de las adversidades.*



## **Agradecimientos**

Al Ministerio de Educación Nacional (MEN) por promover mi desarrollo personal y profesional a través de la convocatoria de Formación Avanzada (2020-2).

A mi directora de trabajo de grado Adriana María Soto Zuluaga por sus orientaciones y contribuciones a la presente investigación.

A la docente enlace del programa de Maestría en Ciencias: Innovación en Educación María de la Mar Bustamante Rodríguez por animarme y motivarme en la escritura del trabajo de grado.

A mi madre Maritza Muñoz Gómez por su apoyo incondicional y sus sabios consejos.

A mis familiares y amigos por sus palabras de aliento y los abrazos cargados de buena energía.



## Resumen

El presente trabajo consiste en una investigación cualitativa de diseño descriptivo para analizar el nivel de apropiación de los conocimientos de genética alcanzado por los estudiantes del grupo 9ºB de la Institución Educativa Alberto Díaz Muñoz, a través de la creación de una narrativa de ciencia ficción. El método utilizado es la investigación-acción en el aula, donde la reflexión docente conlleva a proponer acciones que se ajusten al contexto y contribuyan a la apropiación del conocimiento científico. La estrategia didáctica se basa en la implementación de una secuencia didáctica que, mediante técnicas e instrumentos como cuestionarios KPSI, observación participante, grupos de discusión, diarios de campo y bitácoras, pretende apoyar el alcance de los objetivos. Para verificar la apropiación de conceptos de genética, se analizan seis relatos de ciencia ficción escritos por los estudiantes que conforman la muestra. Una vez recopilados y analizados los datos se concluye que las narrativas de ciencia ficción permiten a los estudiantes emplear adecuadamente conceptos de genética en un escrito elaborado a partir de sus intereses, fomentando la imaginación y la creatividad.

**Palabras claves:** enseñanza de las ciencias naturales, genética, apropiación, ciencia ficción, narrativa, creatividad.

**Abstract**

This research aims to analyze the level of appropriation of genetics understanding through the creation of science fiction narratives, within a group of students from 9°B grade in Alberto Diaz Muñoz school. The approach of this research is qualitative and use a descriptive design. An action research method is used in the classroom, which leads to the teacher to propose actions that adjust to the context and contribute to the appropriation of scientific knowledge. The strategy is based on the implementation of a didactic sequence, that through techniques and instruments such as KPSI questionnaires, participant observation, discussion groups, field diaries and logs; aims to support the achievement of the objectives. To verify the appropriation of genetic concepts, six science fiction stories written by the students in the sample are analyzed. Once the data has been analyzed, it is concluded that science fiction narratives allow students to use properly genetic concepts in a writing created based on their interests, promoting imagination and creativity.

**Keywords:** teaching sciences, genetics, appropriation, science fiction, narrative, creativity.

# Contenido

	Pág.
<b>1. Preliminares.....</b>	<b>5</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	5
1.2 Pregunta de investigación.....	9
1.3 Objetivos.....	10
1.3.1 Objetivo General.....	10
1.3.2 Objetivos específicos.....	10
<b>2. Marco teórico y/o conceptual, y antecedentes.....</b>	<b>11</b>
2.1 Marco teórico y conceptual.....	11
2.1.1 Marco conceptual.....	11
2.1.2 Marco teórico.....	14
2.2 Antecedentes.....	16
2.3 Marco contextual.....	26
<b>3. Metodología.....</b>	<b>27</b>
3.1 Tipo de investigación y enfoque.....	27
3.2 Método.....	28
3.3 Población o Muestra.....	28
3.3.1 Criterios para la selección de la muestra.....	28
3.4 Técnicas, Instrumentos, o Métodos de recolección de información.....	29
3.5 Propuesta didáctica, modelo, estrategia o intervención realizada.....	32
3.5.1 Secuencia didáctica.....	35
3.6 Sistematización de la información.....	44
3.7 Categorías de análisis.....	45
3.7.1 Dominio de los conceptos básicos de genética.....	45
3.7.2 Uso comprensivo de conceptos de genética en una narrativa de ciencia ficción	46
3.7.3 Cambios actitudinales.....	46
<b>4. Resultados y análisis.....</b>	<b>48</b>
4.1 Fase de exploración.....	48
4.1.1 Aplicación del cuestionario KPSI.....	48
4.1.2 Conocimientos previos.....	51
4.2 Actividades de introducción de conceptos.....	52
4.2.1 Leyes de Mendel y su aplicación en la herencia de caracteres en el ser humano.....	54
4.2.2 La expresión de los genes y el código genético.....	57
4.3 Estructuración y síntesis.....	59

---

4.4	Aplicación .....	59
4.5	Hallazgos de las categorías de análisis .....	79
4.6	Cuestionario de emociones académicas .....	81
4.7	Encuesta de satisfacción .....	85
4.8	Otros elementos conceptuales que surgen de la investigación .....	87
4.8.1	Divulgación científica.....	87
4.8.2	Alfabetización científica .....	88
<b>5.</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>89</b>
5.1	Conclusiones .....	89
5.2	Recomendaciones .....	91

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Síntesis del proceso metodológico .....	31
Figura 3. Síntesis de propuesta didáctica .....	34
Figura 2. Bitácoras propuestas en la secuencia didáctica .....	44
Figura 4. Resultados del cuestionario KPSI (inicial) aplicado a los estudiantes del grado 9°B de la IEADM. ....	50
Figura 5. Evidencia del desarrollo de la bitácora 1 .....	53
Figura 6. Ejercicios de las leyes de Mendel aplicados a los estudiantes .....	54
Figura 7. Resolución de ejercicios de las leyes de Mendel.....	55
Figura 8. Evidencia del desarrollo de las bitácoras 3 y 4 .....	58
Figura 9. Resultados del cuestionario KPSI (final) aplicado a los estudiantes del grado 9°B de la IEADM. Cada color representa la escala de conocimiento según la pregunta y las barras representan el número de estudiantes que seleccionaron cada opción de respuesta .....	69
Figura 10. Evidencia de respuesta a la pregunta 1 realizada en el cuestionario abierto .	71
Figura 11. Evidencia de respuesta a la pregunta 2 realizada en el cuestionario abierto .	72
Figura 12. Evidencia de respuesta a la pregunta 3 realizada en el cuestionario abierto .	72
Figura 13. Evidencia de respuesta a la pregunta 4 realizada en el cuestionario abierto .	73
Figura 14. Evidencia de respuesta a la pregunta 5 realizada en el cuestionario abierto .	75
Figura 15. Evidencia de respuesta a la pregunta 6 realizada en el cuestionario abierto .	76
Figura 16. Evidencia de respuesta a la pregunta 7 realizada en el cuestionario abierto .	77
Figura 17. Evidencia de respuesta a la pregunta 8 realizada en el cuestionario abierto .	78
Figura 18. Evidencia de respuesta a la pregunta 9 realizada en el cuestionario abierto .	78
Figura 19. Evidencia de respuesta a la pregunta 10 realizada en el cuestionario abierto 79	79

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Muestra seleccionada y códigos de identificación .....	29
Tabla 2. Síntesis del desarrollo de la secuencia didáctica.....	35
Tabla 3. Reseñas de las películas de ciencia ficción utilizadas para abordar conceptos de genética .....	40
Tabla 4. Categorías y descriptores para el análisis de los resultados .....	47
Tabla 5. Cuestionario KPSI sobre conocimientos básicos de genética aplicado a los estudiantes del grado 9°B de la I. E. Alberto Díaz Muñoz .....	49
Tabla 6. Evidencia de respuestas a la bitácora 2 .....	56
Tabla 7. Principales hallazgos de acuerdo con las categorías de análisis propuestas ....	80
Tabla 8. Intensidad de las emociones experimentadas por los estudiantes de acuerdo con el autoinforme .....	82
Tabla 9. Encuesta de satisfacción sobre la implementación de la secuencia didáctica ...	86

# Introducción

El relato de historias como una manera de enseñar se ha utilizado desde la antigüedad hasta la actualidad, en el mito de la caverna, por ejemplo, Platón narra a través de una metáfora de la vida humana que todas las personas nacen en la ignorancia, pero que explorar y mirar en diferentes direcciones conducirá a romper paradigmas y encontrar el conocimiento (Calva, 2013). Enseñar a través de relatos ficticios o fantásticos no es descabellado, en el año 1968 Isaac Asimov publicó el artículo "*Try Science Fiction as a Teaching Aid*" en el que invita a utilizar la ciencia ficción como una herramienta de enseñanza que fomente el análisis crítico de los conceptos abordados en las historias. Es así como desde este punto de vista, la narración permite el acercamiento al aprendizaje y al entendimiento del mundo que nos rodea, de esta manera, el conocimiento científico se aborda desde un contexto natural que se conecta con las emociones e intenciones humanas que contribuyen a la construcción significativa del conocimiento (García-Castejón, 2013).

Teniendo en cuenta que en los lineamientos curriculares se enuncia que el conocimiento científico requiere de la imaginación, la crítica y la creatividad para resolver problemas (MEN, 1998) y que según la Ley 115 de 1994 el conocimiento científico debe abarcarse de forma crítica y creativa, además que los estudiantes estén en la capacidad de comprender y producir textos escritos, la implementación de una estrategia de enseñanza que relacione la ciencia ficción, las ciencias naturales y narrativa permitirá un mejor acercamiento de los estudiantes al conocimiento científico, así como a fortalecer habilidades interpretativas, de argumentación y de producción textual, de esta manera, se da cumplimiento a lo establecido en la normatividad en cuanto a la enseñanza de las ciencias naturales. En consecuencia, se requiere que las instituciones propongan un currículo flexible y organizado que favorezca la implementación de este tipo de propuestas innovadoras (Parra, 2013). Como aspecto a favor, Bruner (1986) defiende que la narración beneficia el desarrollo cognitivo de los estudiantes, facilita la comprensión del discurso

científico y contribuye a la construcción de significados lógico-científicos de la realidad (Camargo y Hederich, 2010).

Sin embargo, Fernández et al. (2003) plantean que los estudiantes piensan que las ciencias son únicamente para aquellos que desean ser científicos, que sólo pretenden acumular conocimientos sin ningún fin y que están desligadas de lo cotidiano, por ende, la implementación de una estrategia diferente en la que se integre la ciencia ficción como un componente cotidiano para explicar las ciencias naturales y comprenderlas, puede contribuir a que los educandos se acerquen al conocimiento científico y cambien su actitud con respecto a los imaginarios expuestos anteriormente.

A través de la creación de historias de ficción los estudiantes tienen que tomar decisiones sobre los personajes, hechos, escenarios y contenidos científicos, además pueden utilizar su imaginación para narrar los acontecimientos de forma creativa y explicar el conocimiento desde su entendimiento con base en sus intereses personales. Todo esto contribuye a la adquisición de una postura crítica frente a las ciencias naturales y sus aplicaciones en la cotidianidad (Vrasidas et al., 2015). Dichos planteamientos llevan a pensar que la implementación de estrategias de enseñanza basadas en la ciencia ficción y la narrativa, pueden tener un impacto positivo sobre el currículo, puesto que las ciencias se muestran de una forma llamativa que despierta el interés de los estudiantes, quienes desarrollan competencias y habilidades científicas sin perder el objetivo de esta área, puesto que se conserva un punto de partida con base en un modelo conceptual, que por medio del debate, genera un conocimiento más complejo basado en la predicción, es decir, se construye ciencia de forma diferente (Hodson, 1998). En consecuencia, es el profesor quien tiene la potestad de lograr cambios en el proceso de enseñanza para favorecer el acceso al conocimiento científico, fomentando la construcción de aprendizajes significativos por parte de los estudiantes. Dichos cambios inician con una reflexión que el profesor hace de sus propias prácticas en el aula por medio de la planificación, la acción y la búsqueda de hechos sobre los resultados de la acción (Lewin, 1994), que se espera, resulte en la transformación consciente de sus prácticas, las cuales, beneficiarán el proceso de enseñanza-aprendizaje que, a su vez, pueden contribuir al mejoramiento en el desempeño académicos de los estudiantes.

En concordancia con lo expresado, el primer capítulo de este trabajo investigativo plantea una problemática que surge de las dificultades de aprendizaje que presentan los estudiantes del grado noveno para comprender las bases de la transmisión de las características hereditarias, debido a que requiere comprender conceptos complejos y abstractos relacionados con el funcionamiento celular y el material genético, por lo tanto, surge la idea de abordar la genética a partir del género de ciencia ficción teniendo en cuenta el vínculo que tiene con las ciencias. De allí se desprenden la pregunta de investigación que direcciona el presente estudio y los objetivos del proceso de indagación que orienta las acciones implementadas por la docente que realiza la intervención.

El segundo capítulo incluye un rastreo bibliográfico de los referentes teóricos y conceptuales que dan soporte y validez a la propuesta didáctica diseñada para abordar las fases del ciclo de enseñanza-aprendizaje. De igual manera, se revisan los antecedentes que abordan la posibilidad de enseñar ciencias a partir de la ciencia ficción y los desafíos a los que se enfrentan los estudiantes para aprender genética. Lo que conlleva a la necesidad de conocer el contexto en el cual se implementa la secuencia didáctica, ya que éste influye en la manera en que se asimila el conocimiento.

Continuando con el desarrollo del trabajo, el tercer capítulo corresponde a la metodología mediante la cual se llevó a cabo la investigación. Se parte de una investigación cualitativa de carácter descriptivo, centrada en el enfoque de investigación-acción. En esta sección se describen las técnicas e instrumentos de recolección de la información que fueron utilizados para responder a unos criterios y categorías de análisis, con base en la implementación de una secuencia didáctica diseñada de acuerdo con el ciclo de enseñanza-aprendizaje desarrollado por Jorba y Sanmarti (1994).

Los resultados y su análisis se describen en el cuarto capítulo, allí se muestran las ideas y respuestas aportadas por los estudiantes en cada una de las actividades propuestas en la secuencia didáctica. Los resultados se contrastan para organizarlos de acuerdo a las categorías de análisis y se discuten partiendo de los referentes mencionados en los antecedentes.

Finalmente, en el quinto capítulo se presentan las conclusiones que corresponden a los principales hallazgos del estudio y se relacionan directamente con los objetivos de la

investigación. También se proponen algunas recomendaciones a tener en cuenta en futuras investigaciones.

Se espera que los diferentes elementos que se muestran en este trabajo de investigación motiven a otros docentes a transformar sus prácticas de aula, de tal manera que se atienda a los intereses de los estudiantes, proponiendo estrategias de enseñanza que les permitan manifestar el conocimiento científico de manera creativa. Este tipo de intervenciones puede impactar positivamente en las actitudes que tienen los estudiantes hacia el estudio de las diferentes asignaturas y las actividades académicas.

# 1.Preliminares

En este capítulo se incluye el planteamiento del problema partiendo de la necesidad de motivar a los estudiantes para que demuestren mayor interés por aprender ciencias, en este sentido, es necesario que el docente reflexione sobre sus prácticas dentro del aula para transformarlas e implementar estrategias innovadoras. Teniendo en cuenta las dificultades presentadas por los estudiantes de grado noveno para aprender conceptos complejos y abstractos de genética, surge la idea de utilizar la ciencia ficción como un medio que facilite la apropiación de estos conceptos. De allí se desprende la pregunta de investigación y los objetivos que orientarán las acciones de intervención.

## 1.1 Planteamiento del problema

En las dos últimas décadas se ha incrementado el número de publicaciones que analizan las emociones de los estudiantes en entornos académicos. Tomando como referente a Pekrun et al. (2010), uno de los problemas que más se vivencia en las aulas de clase es la desmotivación que manifiestan los estudiantes debido a que algunos profesores utilizan metodologías monótonas donde sólo se emplea el tablero como una herramienta en la explicación de los temas, o se transcribe información a través de dictados, situación que se agrava cuando se propone el desarrollo de actividades sin aportar una explicación previa del tema abordado, puesto que conlleva a que algunos de los estudiantes decidan no realizar las actividades designadas (Plaza, 2020). Como resultado de la desmotivación, algunos estudiantes toman una actitud de desinterés frente al conocimiento y, por lo tanto, frente al proceso de aprendizaje que según Payan-Carreira y Cruz (2019) se relaciona con la falta de habilidades de autorregulación. En consecuencia, se evidencia una falta de apropiación del conocimiento puesto que los estudiantes priorizan el conocimiento fáctico dejando de lado el desarrollo de competencias y la comprensión de aquello que se aprende, de esta manera, el conocimiento no trasciende (Ramírez, 2004).

Por lo anterior, se hace necesario que el profesor reflexione en su quehacer y transforme sus acciones en el aula, permitiendo que los estudiantes sean partícipes de su propio proceso en la elaboración de conocimiento (Rojas, 2002). Bajo esta perspectiva, se han desarrollado diferentes estrategias para despertar el interés de los estudiantes hacia las diferentes áreas obligatorias y fundamentales que permitan generar ambientes creativos de aprendizaje, entre las que se destacan elementos de tendencias educativas como el aprendizaje basado en retos, la gamificación, la realidad aumentada y el aprendizaje basado en juegos (Ramírez, 2018).

Ahondando en estrategias de enseñanza en el campo de las ciencias naturales, se encuentra también la narrativa con base en ciencia ficción, que se presenta como una forma creativa de abordar las ciencias naturales al vincular el discurso académico propio de las mismas con situaciones cotidianas, y que se integra a otras áreas del conocimiento como la lengua castellana (Michaud, 2020). Teniendo en cuenta los aportes de Corvo de Armas (2006), los jóvenes de educación media del municipio de San Antonio de los Baños (Cuba), ocupan una gran parte de su tiempo libre viendo películas o leyendo libros, entre los que se destaca el género de ciencia ficción. Por lo tanto, considerando que dicho contexto es similar al que se estudia en este trabajo, la estrategia mencionada anteriormente podría ser una manera llamativa de abordar conceptos de las ciencias naturales teniendo en cuenta los intereses de los estudiantes, además, si se les da la oportunidad de escribir sus propias narrativas de ciencia ficción, se fomenta su creatividad y la apropiación de conceptos, debido a que ellos suelen presentar mayor compromiso y motivación cuando se utilizan este tipo de herramientas de aprendizaje (Almanza-Arjona, García-Rivera y Membrillo-Hernández, 2020).

Realizando una revisión de cómo se pueden relacionar las ciencias naturales y la ciencia ficción para el fortalecimiento del proceso enseñanza-aprendizaje, se encuentran diferentes elementos dentro de los ámbitos internacional y nacional. La narración de ciencia ficción como método de enseñanza en las ciencias naturales se plantea por los investigadores Vrasidas et al. (2015) de la universidad Estatal de Boise, Estados Unidos. De igual manera, el discurso académico del conocimiento científico desde experiencias cotidianas relacionadas con la ficción es abarcado por Cortés y Parga (2015) de la Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá, Colombia. En este sentido, Chapela (2014)

afirma que existe una relación estrecha entre la ciencia ficción y las ciencias naturales, donde la primera permite ahondar en el conocimiento científico, lo cual, puede despertar mayor interés por la segunda. Además, la relación entre la narrativa y las ciencias naturales logra equilibrar lo afectivo con lo cognitivo para que el aprendizaje sea significativo a través de la construcción de conocimiento, en un entorno científico que incluye la aventura y las emociones (García-Castejón, 2013).

Con base a lo anterior, a nivel local no se han desarrollado investigaciones que incluyan la relación enseñanza de las ciencias naturales y la ciencia ficción, o, la enseñanza de las ciencias naturales y narrativa, mientras que a nivel nacional se ha investigado la narración como una forma para expresar la ciencia que requiere ajustes al currículo (Parra, 2013) y el fortalecimiento de competencias científicas a través de la ciencia ficción (Cortés y Parga, 2015). Desde el nivel internacional son varias las investigaciones o aportes que relacionan la narrativa de la ciencia ficción con la enseñanza de las ciencias naturales, en España se ha investigado la ciencia ficción como una estrategia pedagógica en cuanto a la divulgación científica (Barceló, 2005) y la narrativa desde el uso de cuentos infantiles escritos por científicos (García-Castejón, 2013). En México, se ha investigado la narrativa para incrementar el interés por las ciencias (Chapela, 2014); y en Estados Unidos se ha investigado la integración de la narrativa de la ciencia ficción en la enseñanza, teniendo en cuenta sus oportunidades y desafíos (Vrasidas et al., 2015), de igual manera, se han publicado libros en los que se plantean cursos de pregrado sobre ciencia y ciencia ficción, proponiendo temas de ciencias que se vinculan a referencias de ficción, y se presenta una lista de películas y episodios de televisión para conocer con qué conceptos de la ciencia tienen relación (Luokkala, 2019).

Retomando la idea anterior, la relación entre la ciencia ficción, las ciencias naturales y la narrativa puede analizarse desde la cercanía y conexión que mantienen con los aspectos sociales, normativos y académicos. Desde el aspecto social, se evidencia el distanciamiento del conocimiento científico por parte de los estudiantes (Petrucci, 2017), lo cual, se relaciona con los estereotipos que se tienen alrededor de la labor científica o investigativa, y las visiones que se han formado a partir de ellos al tomar como referente lo observado en películas, series de televisión, o incluso, en los comportamientos de los profesores. De esta forma, se tiene la concepción que las personas que se dedican a la ciencia son excéntricas, se les dificulta establecer relaciones sociales o están

obsesionadas con su trabajo descuidando otros aspectos de la vida. Esto, sin tener en cuenta, que en ocasiones la enseñanza de las ciencias se hace de manera descontextualizada lo que provoca que los estudiantes pierdan el interés o no les resulte una experiencia agradable. Acerca del aspecto normativo, la Ley 115 de 1994 y los lineamientos curriculares (MEN, 1998), enfatizan que el conocimiento científico debe abordarse de forma creativa. Respecto al aspecto académico puede considerarse la enseñanza de las ciencias naturales y construcción de conocimiento a partir del lenguaje narrativo, fortaleciendo la conexión entre las ciencias naturales y la lengua castellana a través de un eje integrador que es la ciencia ficción (Chapela, 2014).

Una vez revisados los diferentes aspectos que guardan relación con el presente trabajo de investigación, se puede plantear que el contexto social puede influir en la manera en la que se aborde la relación ciencia ficción, ciencias naturales y narración, por esta razón es necesario contextualizar sobre el lugar donde se llevará a cabo la investigación. La Institución Educativa Alberto Díaz Muñoz (IEADM) Sede Liceo está ubicada en el barrio París, en la comuna 1 del municipio de Bello, Antioquia (Institución Educativa Alberto Díaz Muñoz, 2015), aquí se atiende a una población de niños y jóvenes, que habitan en el sector y en algunos barrios aledaños como Los Sauces, El Cafetal, La Pradera y el asentamiento urbano Nueva Jerusalén, pertenecientes a los estratos socioeconómicos 0, 1 y 2 (Alcaldía del municipio de Bello, 2018). Por consiguiente, se trata de una población vulnerable donde las dinámicas familiares, las situaciones de violencia del entorno y las bajas expectativas de oportunidades futuras, pueden acarrear consecuencias que afectan la motivación y el interés de los estudiantes por el proceso de aprendizaje. Lo dicho también se puede evidenciar en que algunos estudiantes manifiestan que no sienten deseo por estudiar y sólo asisten a la institución porque los padres de familia o acudientes los obligan, esto resulta en la falta de disposición para participar de las clases activamente, lo que interfiere con la apropiación de los conceptos. Adicional a esto, el uso de situaciones cotidianas, ejemplos y un lenguaje blando durante las explicaciones, parecen no ser suficientes para la mayoría de los estudiantes, quienes siguen mostrando un desempeño académico bajo o básico en asignaturas como ciencias naturales.

Respondiendo a estas necesidades, la Ley 115 de 1994 dispone que la educación es un derecho que debe favorecer el desarrollo integral de los estudiantes y cumplir con altos

estándares de calidad, tomando acciones para su mejoramiento continuo (Ley 115, 1994), en correspondencia, los lineamientos curriculares en ciencias naturales establecen que la creatividad es un elemento que favorece la construcción de pensamiento científico y la resolución de problemas (MEN, 1998), por lo tanto, es un elemento que se debe tener en cuenta dentro de las estrategias de enseñanza que se propongan para facilitar el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Al respecto, es necesario recalcar que los individuos presentan diferentes inteligencias o capacidades asociadas a su desarrollo cognitivo que les permiten desempeñarse de forma más eficaz teniendo en cuenta su inclinación hacia contenidos particulares (Gardner, 1993), de allí, la importancia de proponer una estrategia de enseñanza de las ciencias naturales diferente, donde se relacione la ciencia ficción, las ciencias naturales y la narrativa.

La estrategia propuesta anteriormente toma elementos del constructivismo exógeno con el propósito que los estudiantes reconstruyan su realidad externa (Soler, 2006), puesto que elaborar una narración de ciencia ficción requiere de la apropiación de conocimientos para crear representaciones propias del mundo real, así mismo, se tienen en cuenta aspectos de la teoría del lenguaje narrativo que fortalecerán en los estudiantes las habilidades interpretativas, argumentativas y de producción textual (Ramírez-Arroyave, 2020). La ciencia ficción como narrativa permite reflexionar acerca de las consecuencias del uso de la ciencia y la tecnología de acuerdo con las características de la sociedad y las problemáticas que se presentan dentro de sus diferentes dinámicas (Barceló, 2005), de esta manera, los estudiantes pueden fortalecer su conocimiento científico y las habilidades necesarias para resolver problemáticas ambientales y relacionadas con las ciencias (Vrasidas, et al., 2015). Por su parte, la narrativa contribuye a que los estudiantes se acerquen al conocimiento científico por medio de relatos ficticios que conllevan al análisis crítico de su contenido (García-Castejón, 2013), de aquí la importancia de la relación ciencia ficción, ciencias naturales y narrativa, y su implementación en la enseñanza.

## 1.2 Pregunta de investigación

¿Cómo la construcción de una historia de ciencia ficción por parte de los estudiantes de grupo 9ºB de la IEADM permite apropiar los conocimientos sobre ciencias naturales de forma creativa?

## **1.3 Objetivos**

En esta sección se describen los objetivos que encaminarán el proceso de investigación para dar cuenta del nivel de apropiación de conceptos de genética alcanzado por los estudiantes, después de implementar la propuesta didáctica en la que se plantea como actividad de aplicación la escritura de una narrativa de ciencia ficción con base en lo aprendido.

### **1.3.1 Objetivo General**

Analizar la contribución de una propuesta didáctica centrada en la creación de una narrativa de ciencia ficción, respecto a la apropiación de conocimientos de ciencias naturales que tienen los estudiantes del grupo 9ºB de la Institución Educativa Alberto Díaz Muñoz.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Diagnosticar la apropiación de conocimientos en genética que tienen los estudiantes del grupo 9ºB de la IEADM para aplicarlos en una narrativa de ciencia ficción.
- Comprender en las narraciones de los estudiantes el modo en que asocian el conocimiento nuevo de genética con los elementos de la ciencia ficción.
- Evaluar el nivel de apropiación de conocimientos sobre genética que tienen los estudiantes mediante el análisis de las narrativas de ciencias ficción escritas por ellos.

## **2. Marco teórico y/o conceptual, y antecedentes**

Durante este capítulo se describen los fundamentos teóricos, conceptuales y contextuales que permiten comprender las decisiones que se tomaron para desarrollar el estudio. Se inicia con una descripción de las categorías conceptuales de interés, continuando con los referentes teóricos de aprendizaje donde se citan, principalmente, a Vygotsky y Ausubel. De igual manera, se sintetizan algunos trabajos que se han realizado previamente con relación a la enseñanza de la ciencia a partir del género de ciencia ficción y las principales dificultades en la enseñanza-aprendizaje de la genética. Se cierra con un marco contextual que permite comprender la manera en la que los estudiantes interpretan y apropian los conocimientos teniendo en cuenta las situaciones particulares del entorno en que se desenvuelven.

### **2.1 Marco teórico y conceptual**

#### **2.1.1 Marco conceptual**

Con base en lo planteado anteriormente, se pretende realizar una conceptualización de los ejes que conforman el centro de interés de esta propuesta didáctica para la enseñanza de las ciencias naturales, que son: la narrativa, la ciencia, la ciencia ficción, la motivación y la apropiación de conocimientos. Desde la antigüedad, el ser humano ha tenido la necesidad de comunicar y recibir información para enterarse de los hechos que acontecen en su entorno, es aquí donde surgen los primeros relatos orales que con el paso del tiempo se irían estructurando hasta convertirse en narraciones que se alimentan de la curiosidad y buscan dar explicación de los fenómenos que se perciben a través de los sentidos (Juanatey, 2000). Sería Aristóteles quien en “La poética” plantearía la manera adecuada de desarrollar una historia para darle sentido a la narración, es que, como diría el dicho popular, no hay nada mejor que una historia bien contada. En este orden de ideas, la narrativa es definida por Meza-Rueda (2008) como “un género discursivo que se expresa

en relatos existenciales y, por tanto, denotan una experiencia vivida por alguien (un individuo o un colectivo) en unas circunstancias determinadas” (p. 61). Un aspecto interesante a tener en cuenta es que tanto el autor como el lector asignan un significado a los relatos, por lo tanto, los mismos pueden tener un impacto en la vida de ambos.

Sin embargo, no todo lo que se cuenta tiene que ser verdadero en su totalidad. Por ejemplo, en la antigua Grecia el mundo se explicaba por medio de la mitología, es allí donde se van desarrollando las primeras ideas que darían origen a las narrativas de ciencia ficción abriendo un camino al campo de lo imaginario. Remitiéndose al concepto de ciencia ficción, Suvin (1979) indica que se trata de un “género literario cuyas condiciones necesarias y suficientes son la presencia e interacción de extrañamiento y cognición, y cuyo recurso formal fundamental es una estructura imaginativa alternativa al ambiente empírico del autor” (pp. 7-8). Con respecto a este género, Cortés y Parga (2015, p. 32) afirman que la ciencia ficción contiene un fuerte cuestionamiento antropológico, una visión futurista, realiza una crítica social y tiene un fuerte fundamento científico que se manifiestan en una percepción de la realidad. De esta manera, los sujetos están en la capacidad de formular preguntas sobre la naturaleza del universo que permite explorar mundos imaginarios y situaciones hipotéticas. De esta manera, se puede establecer una relación directa entre la ciencia y la ciencia ficción.

La ciencia es algo más difícil de definir, Ziman (2003) en su libro *¿Qué es la ciencia?*, hace un acercamiento a su concepto desde diferentes aspectos: la ciencia entendida como una institución social, generadora de conocimientos, amplio número de disciplinas que estudian la naturaleza, método instrumental, categoría epistémica, hasta la ciencia como cultura. Si bien, no se puede llegar a un consenso sobre su definición, se tiene claro que la ciencia pretende acercar al ser humano a la comprensión del mundo y el universo. Por su parte, Vargas (1998) vincula dos enfoques de la ciencia, la acumulación de datos y solución de problema, para plantear una definición acorde con la realidad “La ciencia es un proceso mental cuyo objetivo es la búsqueda de explicaciones a los fenómenos naturales, empleando el método científico” (p. 22). Enriqueciendo la idea citada anteriormente, Madsen (1987) concluye que

la ciencia puede definirse como el sistema sociocultural de individuos que se dedican a la investigación empírica, al pensamiento teórico y filosófico.

Produce textos científicos que, en sus versiones completas, incluyen tres niveles de abstracción: el metanivel filosófico, el nivel hipotético teórico y el nivel de datos empíricos (p. 168).

En este sentido, el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES), propone tres competencias específicas para las ciencias naturales: el uso comprensivo del conocimiento científico, la explicación de fenómenos y la indagación. De estas tres competencias, es interés para este trabajo el uso comprensivo del conocimiento científico que se define como “la capacidad de comprender y usar nociones, conceptos y teorías de las ciencias naturales en la solución de problemas, y de establecer relaciones entre conceptos y conocimientos adquiridos, y fenómenos que se observan con frecuencia” (ICFES, 2019). Para tener una mejor comprensión de esta competencia y atendiendo que en los lineamientos curriculares se expone la importancia de la construcción del conocimiento científico debido a que el mundo que nos rodea es subjetivo y situativo, se hace necesario definir el concepto de conocimiento científico. En esta oportunidad se cita a Karl Popper (1994), uno de los principales exponentes de la filosofía de la ciencia quien considera que:

el conocimiento científico es el resultado de una construcción teórica de la realidad, de carácter falible y provisional, cuya aproximación constante a la verdad se consigue mediante el camino del error. Es decir, tratando de refutar las teorías corroboradas que la comunidad científica acepta como verdaderas (Bentolila, 2011, p. 75).

Pasando al plano emocional y teniendo en cuenta que la motivación es uno de los aspectos a considerar en el proceso de aprendizaje, se hace necesario realizar una conceptualización de la misma. Tohidi y Jabbari (2012, p. 820), afirman que la motivación es “la fuerza que provoca movimiento en el ser humano. De hecho, cualquier agente que provoque actividad (interna o externa) en los seres vivos se considera una especie de motivación”. Entonces, al relacionar la motivación con el aprendizaje, se puede decir que la motivación define, en gran medida, las acciones que toma el estudiante frente al proceso de aprendizaje. De esta forma, la relación que se establece entre el profesor y el estudiante mediante las estrategias de enseñanza, es determinante para alcanzar el objeto de aprendizaje (Ospina, 2006). Por otro lado, cuando un estudiante está desmotivado, pasa a un estado de pasividad como consecuencia de sentirse incompetente o excluido del

proceso de aprendizaje porque no se tienen en cuenta sus intereses (Falout, Elwood y Hood, 2009). De aquí que en este caso se pretenda influir en los dos tipos de motivación, la extrínseca para favorecer las tareas reproductoras y la intrínseca para favorecer las tareas creadoras (Vigotsky, 1999).

Sobre la apropiación de conocimientos, se puede decir que consiste en el procesamiento de la información a través de la reflexión, explicación y aprendizaje, que conlleva a la comprensión del objeto de aprendizaje (Alavi y Leidner, 1999). De esta manera, el estudiante puede atribuir un significado al conocimiento que consolida su estructura cognitiva a largo plazo y le permite aplicarlo en diferentes contextos trascendiendo más allá del aula de clase (Ayala, 2016). Sin embargo, en ocasiones las prácticas de enseñanza pueden conllevar a que los estudiantes prioricen el conocimiento fáctico, lo que, a su vez, ocasiona una falta de interés por el conocimiento científico, el desarrollo de competencias personales y la comprensión de los conceptos que son objeto de aprendizaje, en consecuencia, el conocimiento no alcanza una trascendencia en el estudiante debido a que no le representa un significado (Ramírez, 2004). En este orden de ideas, Marco Antonio Moreira (2017), afirma que el proceso de aprendizaje requiere una participación activa de los estudiantes, donde la apropiación de conocimientos se logra cuando se establecen relaciones entre los conceptos asumiendo una postura crítica.

### **2.1.2 Marco teórico**

Teniendo en cuenta las características de la presente propuesta en la que se pretende implementar una estrategia de enseñanza innovadora, donde el profesor transforma sus prácticas pedagógicas en el aula para que los estudiantes desarrollen acciones de pensamiento que conlleven a la consolidación del aprendizaje, se hace necesario reconocer la manera en la que los sujetos se aproximan al conocimiento con base en diferentes teorías de aprendizaje. En este estudio se consideran dos teorías para fundamentar la propuesta pedagógica.

En primer lugar, está la teoría socio-cultural del aprendizaje planteada por Lev Vygotsky que se estudia bajo la mirada de Baquero (1996), donde se formula que el aprendizaje es un proceso social, por lo tanto, se origina al compartir con otros. De esta manera, el

desarrollo cognitivo es un proceso organizado culturalmente que requiere una acción educativa que se fortalece principalmente en el ámbito escolar. Completando estas ideas, Rodríguez (2001) explica que para Vygotsky la interacción social influye en la manera en la que se aprende a utilizar las herramientas y elementos simbólicos propios de la cultura en la que se desenvuelve, de esta forma, se activan procesos mentales que dan como resultado un aprendizaje social. Vygotsky sostiene que la función del proceso educativo es la creación de zonas de desarrollo próximo, que se entienden como el nivel de desarrollo actual en relación con el nivel de desarrollo potencial que son el resultado de la resolución de problemas bajo la orientación de un adulto.

En segundo lugar, se toma la teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel que, de acuerdo con Moreira (2012), consiste en la interacción entre los conocimientos previos y los conocimientos nuevos, donde los primeros adquieren nuevos significados para el sujeto y los segundos adquieren mayor estabilidad cognitiva. Por consiguiente, el conocimiento previo es fundamental para el aprendizaje y la retención de los nuevos conocimientos. Dando solidez a estos planteamientos, Ausubel considera que el aprendizaje significativo es la manera de adquirir gran cantidad de conocimiento puesto que muchos conceptos cambian con el tiempo, así, al dar un significado a la información, no sólo se facilitará la adquisición de conocimiento y su retención, sino que también se tendrá la capacidad de olvidar aquel conocimiento que pierde funcionalidad para el sujeto (Rodríguez, 2008).

Para el presente trabajo se adopta la teoría de aprendizaje significativo propuesto por Ausubel para acercarse a la apropiación de conocimientos en ciencias naturales, puesto que se pretende que los estudiantes sean capaces de establecer relaciones entre lo que ya saben y aquello que se quiere que aprendan, así se busca que la nueva información pueda interactuar con los conceptos previos para que el aprendizaje adquiera un significado y no se olvide fácilmente (Ausubel, s.f.). En este sentido, la apropiación del conocimiento se relaciona estrechamente con el comprender, puesto que lo aprendido será lo que mejor se recuerde al integrarse a la estructura de conocimiento de los estudiantes. En consecuencia, el aprendizaje es una construcción personal donde se elabora una representación del contenido que es objeto de aprendizaje, sin embargo, este proceso requiere de la interacción entre el profesor como un guía que sugiere indicios que contribuyan a pensar, dar solución a problemas y atribuirles un significado (Campos, 2005).

Por lo tanto, se considera que la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel se ajusta a una estrategia de enseñanza basada en el uso de fragmentos de libros, películas y series de género ciencia ficción para explicar conceptos abstractos, donde la creación de una narrativa de ciencia ficción por parte de los estudiantes, dará cuenta de su comprensión del objeto de aprendizaje al otorgarle un significado al nuevo conocimiento.

## 2.2 Antecedentes

Con el paso del tiempo ha surgido la necesidad de transformar las prácticas de enseñanza para que se ajusten a contextos particulares, en este sentido, la didáctica de las ciencias naturales no ha sido la excepción, dando lugar a la realización de diferentes estudios que se relacionan con las situaciones abordadas en el planteamiento del problema, donde se considera que la integración de la ciencia y la ciencia ficción a través de la escritura de una narrativa, puede aumentar el interés de los estudiantes por el conocimiento científico. Al respecto, Barceló (2005) propone que la ciencia ficción no sólo posee un carácter recreativo, sino que también puede considerarse una herramienta pedagógica para la divulgación científica debido a que permite especular alrededor de temas científicos. En este orden de ideas, en el estudio “La ciencia ficción y la enseñanza de las ciencias” realizado por Petit y Solbes (2012), se enfatiza en el uso de la ciencia ficción como una estrategia didáctica que enriquece la enseñanza de las ciencias, en el mismo, se concluye que ésta puede influir en la actitud que toman los estudiantes frente a las clases de ciencias y, de igual manera, puede contribuir a la apropiación de conceptos pertenecientes a esta área. Sin embargo, se propone seguir realizando estudios de análisis de recursos cinematográficos para determinar si las películas ofrecen una visión deformada o no del conocimiento científico.

Un año más tarde, García-Castejón (2013) seguiría esta misma línea de estudio en relación a la ciencia ficción como un recurso didáctico, promoviendo el uso de la estructura narrativa de cuentos infantiles basados en ciencia ficción para la enseñanza de todas las asignaturas del currículo. En su trabajo, la investigadora cita a Egan quien hace especial énfasis en el uso de narrativas con el fin de rehumanizar la enseñanza de las ciencias naturales, debido a que se considera que esta área está “*alejada de las relaciones humanas y afectivas*”. En este caso se evidencia que a pesar de los libros de divulgación

científica que se pueden encontrar en el mercado, la cantidad de cuentos infantiles escritos por científicos es escasa. Llegados a este punto, y con base en una revisión general de documentos asociados a este tema, se encuentra que es mucho lo que se ha dicho sobre el uso de la ciencia ficción para la enseñanza de las ciencias y, es que según Chapela (2014), este no es un tema nuevo, empero, es importante reconocer los beneficios que puede traer esta estrategia entre los que se puede nombrar el incremento en el interés por la ciencia, la explicación de conceptos abstractos y la discusión de concepciones equivocadas referentes al conocimiento científico. Esta investigadora afirma que la ciencia ficción ha inspirado a varios científicos para diseñar y crear diferentes inventos, incluso en otras ocasiones, algunos científicos escogieron sus carreras profesionales debido a la influencia de las narrativas de ciencias ficción en sus vidas, por lo tanto, podría suponerse que la ciencia ficción, efectivamente, podría utilizarse para aumentar el interés por las ciencias y sus campos de aplicación.

Por su parte, Vrasidas et al. (2015), enfocan su trabajo en la importancia de las narrativas de ciencia ficción en la educación, sus oportunidades y desafíos, de acuerdo con los autores un aspecto importante de implementar las narrativas de ciencia ficción dentro de los procesos de enseñanza es que permite la interdisciplinariedad entre diversas áreas del conocimiento. Sus principales hallazgos indican que la ciencia ficción tiene potencial como una herramienta de enseñanza y aprendizaje en el área de las ciencias que puede mejorar la motivación de los estudiantes, mientras que los profesores se enfrentan a desafíos relacionados con la flexibilización del currículo y los procesos evaluativos. Por otro lado, retomando el tema de aumentar el interés por las ciencias naturales, Luokkala (2019) publica su libro llamado "Explorando las ciencias a través de la ciencia ficción" (*Exploring Science Through Science Fiction*), con el que pretende que la ciencia sea accesible para todos llegando a influir en la conciencia científica de los estudiantes. La relevancia de esta publicación radica en que cada uno de los capítulos incluye sugerencias, preguntas para profundizar en los conceptos que se plantean, principalmente, en el ámbito de la física y referencia de literatura científica. Además, este autor plantea cuatro categorías para discutir y discernir el nivel de plausibilidad de la ciencia representada en películas y series de ciencia ficción:

- 1) Cosas que vemos en la pantalla, suceden, esencialmente como se muestran o describen en el diálogo.

- 2) Cosas que son posibles en principio, pero más allá nuestra tecnología actual.
- 3) Cosas que simplemente no pueden suceder como se muestra.
- 4) Cosas que eran puramente ciencia ficción en el momento en que se produjo la película o el episodio de televisión, pero que ahora son parte de la realidad, o que se espera que se conviertan en realidad en un futuro cercano (p. viii).

Los estudios abordados anteriormente corresponden a la visión internacional de la enseñanza de las ciencias a partir de la ciencia ficción. A continuación, se describen dos trabajos en el ámbito nacional que se han enfocado en temas que conciernen al presente trabajo desde la narrativa o la ciencia ficción. En su artículo “Narrativa, ciencia y currículo”, Parra (2013) plantea que la narración no se emplea únicamente en el relato de cuentos, sino que también puede emplearse dentro del campo de las ciencias. La intención es enriquecer los espacios pedagógicos a través del lenguaje ya que las palabras extrañas suelen confundir a los estudiantes y alteran su proceso de aprendizaje, esto requiere el uso de palabras que puedan ser comprendidas fácilmente. Para Parra, el discurso del profesor es una narración de historias que puede facilitar el acceso al conocimiento científico si se utiliza un lenguaje adecuado, un término medio entre lo técnico y lo común.

Finalmente, Cortes y Parga (2015) realizan una propuesta pedagógica en la que retoman la enseñanza de las ciencias a partir de la ciencia ficción en el nivel de básica primaria, dicha propuesta consiste en la aplicación de siete talleres integrales que parten de preguntas cognitivas que permitan hacer predicciones sobre los diferentes temas estudiados. Entre los hallazgos más relevantes de este trabajo se encuentra la aproximación conceptual y el desarrollo de competencias científicas como la observación, la predicción, la indagación, la formulación de preguntas y la argumentación. De la elaboración de una historia de ciencia ficción por parte de los estudiantes, las autoras concluyen que de acuerdo con los resultados se puede deducir el acercamiento a elementos característicos del género de ciencia ficción y la apropiación conceptual a partir de este género literario, que no sólo fortalece la competencia de expresión escrita sino también la imaginación y la creatividad.

En los párrafos anteriores se citaron las tendencias conceptuales de trabajos previos que se relacionan con la ciencia, la ciencia ficción y la narrativa, a continuación, se describen las metodologías implementadas en algunos de estos. No se tienen en cuenta los trabajos de Barceló (2005), García-Castejón (2013), Chapela (2014) y Parra (2013) debido a que se trata de artículos de revisión, tampoco se incluye el libro *Exploring Science Through Science Fiction*, escrito por Luokkala (2019). Con esto no se pretende restar importancia a los trabajos mencionados ya que son referentes conceptuales relevantes para la presente investigación. En el trabajo “La ciencia ficción y la enseñanza de las ciencias” llevado a cabo por Petit y Solbes (2012), se diseñó un cuestionario para estudiantes con la finalidad de analizar qué conocen sobre ciencia ficción, cuál es la percepción que tienen de los científicos y la importancia de los futuros que se plantean en este género. Unos meses después de haber implementado el cuestionario, se realizó una entrevista utilizando las mismas preguntas de manera abierta para dar claridad a los hallazgos preliminares. También se aplicó un cuestionario a profesores del área de ciencias naturales en el que se indagó qué tanto sabían sobre ciencia ficción, si consideraban que este género era una buena estrategia didáctica para la enseñanza de las ciencias y qué actividades realizarían. Adicional a esto, se realizó una revisión de diferentes textos de ciencias para establecer si su contenido incluía material relacionado con ciencia ficción que pudiera ser utilizado por los profesores.

En contraste, Vrasidas et al. (2015) fundamentan su trabajo en el paradigma de investigación del diseño educativo que pretende avanzar en investigación, diseño y práctica de manera simultánea para la producción de conocimiento útil. En este caso se realiza un estudio colaborativo que involucra a profesores y estudiantes de diferentes países, implementando una unidad didáctica diseñada en el marco del proyecto Sci-Fi-Ed que contó con un enfoque interdisciplinario y tuvo una duración de nueve periodos didácticos de 40 minutos. De esta manera, los profesores e investigadores crearon una unidad didáctica basada en el libro *The City of Ember*, durante su desarrollo los estudiantes vieron la adaptación a película, visitaron una planta de energía eólica, plantaron árboles y diseñaron automóviles con energía solar. El análisis de la información obtenida se efectuó siguiendo las etapas inductiva y deductiva para datos cualitativos. Por su parte, en su trabajo de grado Cortés y Parga propusieron el uso de siete talleres pedagógicos integrales mediados por preguntas cognitivas tales como ¿Cómo es? ¿Qué ocurrió? ¿Cómo ocurrió? ¿Por qué? ¿Cuál es la explicación? ¿Qué pasaría si? ¿Cuál es la conclusión?, con el

propósito que los niños plantearan predicciones con base en los temas propuestos por las investigadoras. El análisis de los hallazgos se realizó de forma descriptiva mediante la interpretación de las construcciones, los logros, los avances y las dificultades presentados por los niños y niñas. Reflexionando en torno a las metodologías mencionadas, la presente investigación se orientó hacia la propuesta de Vrasidas et al., en la que se involucra tanto a los investigadores como a los participantes, por este motivo, el método seleccionado es la investigación-acción.

Tomando como referencia las oportunidades y ventajas que puede traer el uso de la ciencia ficción en la enseñanza de las ciencias, cabe resaltar que el presente trabajo de investigación se aplica a estudiantes de noveno grado de básica secundaria, donde el currículo de Ciencias Naturales incluye el aprendizaje de conceptos específicos de genética, la rama de las ciencias que se encarga de estudiar la manera en que se transmiten los caracteres hereditarios en las generaciones. Esta área del conocimiento involucra conceptos complejos que son difíciles de entender por el estudiantado, por consiguiente, se han realizado diversos estudios con relación a la enseñanza de la genética, entre los cuales se puede citar a Finley, Stewart y Yaroch (1982), quienes encaminaron sus esfuerzos a identificar conceptos importantes de la biología que se les dificulta aprender a los estudiantes, entre ellos se destacan tres áreas relacionadas directamente con la genética 1) los procesos de división celular (mitosis y meiosis), 2) la genética mendeliana y, 3) la teoría cromosómica de la herencia. En este estudio se concluye que los investigadores de educación científica se deben enfocar en comprender cómo funcionan cognitivamente los grupos de estudiantes con base en la interacción con el contenido científico del curso.

Años más adelante, Bugallo-Rodríguez (1995) realizó una revisión sobre la dificultad e importancia de temas de genética, así como su inclusión en el currículo de secundaria. Entre los aspectos asociados a esta investigación se pueden nombrar algunas dificultades para el aprendizaje de la genética como son el uso de la terminología y las relaciones entre conceptos. En cuanto al uso de la terminología, no se establecen las diferencias importantes entre la mitosis y la meiosis debido a las semejanzas sutiles que comparten estos dos procesos de división celular, existe ambigüedad en algunos conceptos de genética presentados en diferentes libros de ciencias y, se presenta confusión frente a

términos genéticos que se utilizan en el lenguaje coloquial, como “mutación”. Respecto a las relaciones entre conceptos, se nombra la necesidad de establecer relaciones entre meiosis y fecundación, separación cromosómica y replicación del ADN, par de alelos y expresión del rasgo, separación cromosómica y expresión del rasgo. A manera de conclusión, el autor menciona que los diferentes estudios abordados en la revisión sugieren modificar las estrategias de enseñanza de la genética para facilitar la comprensión significativa de conceptos propios de la misma.

Siguiendo este mismo campo de investigación, Ayuso y Banet (2002) proponen una secuencia de actividades para la enseñanza de la genética, considerando algunas situaciones que pueden generar interés educativo en la enseñanza de la genética en el nivel de bachillerato, las cuales, se describen a continuación:

- Dotar a los estudiantes de un marco conceptual elemental sobre la localización, la transmisión y los cambios de las características hereditarias contribuirá a que éstos comprendan mejor el significado de ciertos fenómenos biológicos importantes, como la división celular, o la reproducción de los seres vivos.
- Este conocimiento debe permitir que, en una sociedad informada, los ciudadanos comprendan, a un nivel básico, los avances de la investigación en este ámbito de estudio y se interesen por sus repercusiones tecnológicas y sociales.
- Desde otra perspectiva, habría que destacar la importancia que las estrategias de resolución de problemas tienen en la enseñanza de la genética, y su incidencia en el desarrollo de ciertas capacidades intelectuales y hábitos de trabajo que caracterizan la actividad científica.
- También podría contribuir a que los estudiantes perciban el conocimiento científico, como producto, en continua revisión, del trabajo colectivo de una comunidad de investigadores y a fomentar actitudes personales de tolerancia y respeto hacia otras personas (p. 133).

En este mismo estudio se resumen varias investigaciones sobre los conocimientos de genética de los estudiantes, aquí sólo se mencionan aquellos que son relevantes de

acuerdo con las características de este trabajo de investigación. En torno a la transmisión de la información hereditaria se cree que los rasgos físicos de los individuos dependen de los factores ambientales y no de la herencia, la cantidad de cromosomas aportados por los progenitores es diferente, los gemelos heterocigóticos (mellizos) surgen de la unión de dos espermatozoides con un óvulo. Relativo al modelo de cromosoma, no se comprenden conceptos básicos como cromosoma, gen, alelo, gameto o cigoto, por lo tanto, se desconoce la relación que existe entre los mismos, no hay claridad en los procesos de mitosis y meiosis, ni el tipo de célula en la que ocurre cada uno de estos procesos, no se entiende qué es una célula haploide o diploide. Sobre la resolución de problemas de genética, no se relaciona la meiosis con los ejercicios, el concepto de gen dominante o recesivo es confuso, los primeros harían referencia a los genes más abundantes o poderosos y, los segundos a los genes más débiles. Finalmente, acerca de las mutaciones, se describen como cualquier cambio que tiene un individuo, también se cree que son negativas o perjudiciales, pueden ocurrir para sobrevivir a cambios ambientales. Sintetizando la propuesta realizada por estos investigadores y sus consideraciones finales, la selección de contenidos de genética a enseñar debe apuntar a mejorar la calidad del aprendizaje atendiendo a la utilidad que tendrán para los estudiantes del nivel de bachillerato.

La preocupación por la complejidad de los conceptos específicos de la genética y la dificultad para enseñarla también se ve reflejada en el estudio desarrollado por Íñiguez y Puigcerver (2013), en el que plantean que uno de los mayores obstáculos para que los estudiantes comprendan las temáticas asociadas a éste área del saber son los métodos tradicionales de enseñanza, por ello diseñan una propuesta basada en el modelo constructivista, partiendo de las concepciones e ideas confusas que tienen los estudiantes. Allí se señala que se desconoce que la célula es la estructura fundamental de todos los seres vivos y que estos poseen cromosomas compuestos por el ADN, que a su vez, contienen genes. Por consiguiente, no se relaciona la estructura de los cromosomas con su función. De igual forma, se tiene la idea que la información hereditaria y los cromosomas sexuales sólo se encuentra en los gametos, las células cumplen su función gracias a la información genética que poseen y, la apariencia física de los individuos se debe a factores ambiente y no a factores hereditarios. Como en el estudio anterior, no se vincula la meiosis con la formación de gametos y los problemas de genética. Adicionalmente, no se entiende

la relación de la secuencia de ADN con la síntesis de proteínas y la expresión de la información genética.

Vale la pena destacar que en su trabajo Íñiguez y Puigcerver enfatizan en la importancia de fortalecer los conocimientos de genética para alcanzar un grado de alfabetización científica que les permita a los estudiantes, no sólo expresar su opinión sino tomar decisiones relacionadas con las aplicaciones de la genética moderna en las que se encuentran la clonación, la terapia génica y la creación de organismos genéticamente modificados.

Por último, se presentan otros obstáculos en la enseñanza de la genética recopilados por Leal (2017) en su trabajo de maestría. De acuerdo con la síntesis realizada por la autora, algunos aspectos que dificultan la enseñanza de la genética en estudiantes de bachillerato son las creencias populares y el uso de palabras de genética en el lenguaje coloquial se han fijado en los saberes previos de los estudiantes, la comprensión errónea de los significados de conceptos específicos de genética como gen, alelo, locus, cromosoma y cromátida, y la interpretación incorrecta de los conceptos de dominancia y recesividad. En lo que respecta a los libros de texto, se plantea que no relacionan correctamente la genética con la meiosis, ni algunos conceptos básicos como ADN, cromosoma, gen y alelo; se advierte un uso inadecuado de los cuadros de Punnett en los ejercicios de genética al no considerar el grado de dificultad al tener un componente matemático; la presentación de los contenidos no es secuencial y algunos conceptos como gen y alelo se utilizan con ambigüedad. Leal, concluye que muchos estudiantes tienen un nivel competencia bajo en lo que compete a la explicación de fenómenos, la indagación, la interpretación de gráficos y los procesos biológicos ligados a la genética, sin embargo, una propuesta didáctica interactiva apoyada en herramientas virtuales, puede ayudar a fortalecer el desarrollo de dichas competencias.

Los trabajos descritos previamente también se revisaron desde sus tendencias metodológicas, las cuales, sirvieron como referente para la presente investigación. Finley, Stewart y Yarroch (1982), basaron su estudio en la aplicación de un cuestionario de unos 50 ítems propuestos a partir de textos escolares en el que se empleó una escala de 1 a 5 para determinar la importancia del contenido del área de ciencias para estudiantes de secundaria y las dificultades que tienen para comprenderlo, siendo 5 “extremadamente

importante" o "extremadamente difícil". De los 50 ítems se seleccionaron 15 para biología, 15 para química, 15 para física y 15 para ciencias de la tierra, que se analizaron con base a las categorías mayor importancia y mayor dificultad. Los resultados fueron recopilados y organizados en tablas considerando su media y desviación estándar. En la propuesta de enseñanza y aprendizaje de la biología presentada por Ayuso y Banet (2002), se da una mirada bajo el modelo constructivista en la que se realizan preguntas a los estudiantes para conocer su forma de pensar con relación a la localización, la transmisión y los cambios de la información hereditaria, dichas nociones se describen e interpretan en esquemas conceptuales con la finalidad de proponer ámbitos de aprendizaje para la genética y plantear objetivos para cada uno de ellos. De acuerdo con los investigadores, la enseñanza de la genética en el nivel de secundaria debe incluir los siguientes ámbitos conceptuales: "estructura celular y reproducción de los seres vivos, características de los organismos y herencia biológica, células, cromosomas y herencia biológica, herencia y genes, reproducción sexual y mutaciones como mecanismos generadores de biodiversidad" (p. 141). Además, en el estudio se recomienda una serie de actividades que deben realizarse para cumplir con los objetivos de aprendizaje de la genética es las que se incluyen las actividades de explicación, las actividades para aumentar y mantener el interés de los estudiantes, las actividades para el aprendizaje de actitudes, las investigaciones dirigidas, las consultas y lecturas de material bibliográfico, y los cuestionarios de aplicación (pp. 148-150).

A su vez, Íñiguez y Puigcerver (2013) plantean la implementación de una propuesta didáctica basada en el modelo constructivista que propicie la construcción de significados más complejos. Con este objetivo se diseña una secuencia metodológica en la que se tienen en cuenta las concepciones de los estudiantes para reestructurar sus esquemas conceptuales sobre la estructura y función del material hereditario. En esta investigación, el grupo control fue sometido a estrategias de enseñanza tradicionales, mientras que en los grupos experimentales se implementó una propuesta didáctica a partir del modelo constructivista que comprendió un *pre-test* para estudiantes en el que se realizaron preguntas de selección múltiple, preguntas abiertas y dibujos para representar el material hereditario. Los contenidos trabajados en la secuencia fueron

1. Estructura celular de los seres vivos: Todos los seres vivos están formados por células y contienen información hereditaria.

2. Naturaleza del material hereditario. Cómo se organiza y se relacionan estructuras como el ADN, los genes y los cromosomas.
3. Localización de la información hereditaria. ¿Dónde podemos encontrar la información hereditaria?
4. Función del material hereditario.
5. Mecanismos de transmisión de la información hereditaria. Procesos de mitosis, meiosis y resolución de problemas.
6. Técnicas de manipulación del material hereditario (p. 313)

Un primer *post-test* fue aplicado usando las mismas preguntas del *pre-test*. Nueve meses después de la implementación de la propuesta didáctica, se aplicó un segundo *post-test* con el mismo cuestionario para determinar el grado de retención de las ideas en los estudiantes. El análisis de los resultados de las preguntas abiertas y los dibujos se llevó a cabo por medio de matrices sistemáticas, en tanto que las preguntas de selección múltiple fueron cuantificadas ya analizadas con el paquete estadístico SPSS con la finalidad de determinar si existieron diferencias significativas entre el grupo control y los grupos experimentales, y los test aplicados.

Por último, como estrategia de enseñanza y aprendizaje del concepto de genética en estudiantes de grado noveno bajo un enfoque cuantitativo descriptivo, Leal (2017) diseña e implementa una secuencia didáctica interactiva basada en el ciclo de aprendizaje de Jorba y Sanmarti (1996), utilizando la plataforma Moodle. Con esta se esperaba fomentar la capacidad de pensar, analizar, discernir y tomar posición frente a los diferentes fenómenos. En esta oportunidad se aplicó un instrumento para identificar las ideas previas por medio de un *pretest*, mientras que los resultados de aprendizaje se obtuvieron a través de un *postest* con las mismas preguntas de la prueba diagnóstica. En análisis de los resultados se realizó mediante un contraste entre los hallazgos del *pretest* y el *postest*.

Como se expone en los párrafos anteriores, la ciencia ficción se ha empleado en diferentes estudios como un recurso en la de didáctica de las ciencias naturales, sin embargo, sólo una de las investigaciones referenciadas ha propuesto la escritura de narrativas de ciencia ficción para contribuir a la apropiación de conceptos de las ciencias. Por consiguiente, el presente trabajo cobra importancia al pretender analizar los niveles de apropiación de conceptos de genética que tienen los estudiantes de básica secundaria,

que contribuyan a desarrollar y fortalecer el uso comprensivo del conocimiento científico. Retomando aspectos metodológicos de los hallazgos de la revisión realizada, la estrategia didáctica a implementar está orientada a la explicación de conceptos científicos abstractos, de igual manera, se pretende conformar grupos de discusión en los que se reflexione en torno a la factibilidad de los hechos narrados en las historias de ciencia ficción presentes en las series y películas llevadas al aula para abordar conceptos de genética. Además, por medio de la escritura de una narrativa de ciencia ficción propia, se espera que los estudiantes desarrollen y/o fortalezcan su imaginación y creatividad.

## **2.3 Marco contextual**

Teniendo en cuenta el enfoque cualitativo de la presente investigación, es necesario conocer el contexto particular de los estudiantes ya que éste incide en la manera en que interpretan los conceptos científicos (Maxwell, 2013). La Institución Educativa Alberto Díaz Muñoz sede Liceo está ubicada en la comuna 1: París del municipio de Bello, allí se brinda el servicio educativo a los habitantes de los barrios Los Sauces, El Cafetal, La Pradera, La Esmeralda, París, La Maruchenga, José Antonio Galán y Salvador Allende (Institución Educativa Alberto Díaz Muñoz, 2015), pertenecientes a los estratos socioeconómicos 1 y 2. Es relevante mencionar que en la institución también se atiende a una población considerable de la Nueva Jerusalén, un asentamiento informal que en la actualidad alberga a más de 5000 familias (Moreno, 2016).

Los estudiantes intervenidos pertenecen al grupo 9°B y presentan un rango de edades entre los 13 y 16 años. En total fueron 24 participantes, de los cuales, se seleccionó una muestra de 6 estudiantes. Es importante mencionar que esta investigación se llevó a cabo bajo una modalidad semipresencial debido a la emergencia sanitaria generada por la pandemia del Coronavirus COVID-19.

## **3. Metodología**

Continuando con la implementación del trabajo, en este capítulo se contempla el tipo de investigación descriptiva con un enfoque cualitativo, que se apoya en el método de investigación – acción. Se describe las características de la población y los criterios que se tuvieron en cuenta para la selección de la muestra. Las técnicas e instrumentos de recolección de información corresponden a cuestionarios KPSI, grupos de discusión, diarios de campo y bitácoras. Más adelante se explican los criterios de análisis a tener en cuenta durante el desarrollo de las fases propuestas en la secuencia didáctica que se diseñó con base en el ciclo de aprendizaje de Jorba y Sanmartí (1994), y las categorías de análisis que contemplan aspectos conceptuales, procedimientos y actitudes.

### **3.1 Tipo de investigación y enfoque**

Teniendo en cuenta los alcances del presente estudio, se realiza una investigación descriptiva debido a que la temática abordada es poco conocida y se espera proporcionar una panorámica sobre el fenómeno social bajo estudio (Ruíz, 2012). En este sentido, el enfoque de la investigación es cualitativo debido a que el fenómeno se revisa desde la perspectiva de los participantes de acuerdo con el contexto en el que se desenvuelven, de esta manera la formulación se realiza a partir de los planteamientos propuestos por Hernández Sampieri (2014). Además, de acuerdo con Maxwell (2013) el análisis cualitativo permitirá inquirir cómo influye el contexto particular de los estudiantes en la forma en la que interpretan los conceptos científicos y le asignan un significado que permita fortalecer el uso comprensivo del conocimiento científico, una competencia específica de las ciencias naturales. De esta manera, se comprenderá la manera en la que los estudiantes interpretan los conocimientos propios de las ciencias naturales que se abordan en las narrativas de ciencia ficción como el cine, la literatura y el arte.

## 3.2 Método

Este estudio se fundamenta en el método de investigación-acción en aula propuesta por John Elliott (2000), que le permite al docente diagnosticar su situación con relación a sus propias prácticas de enseñanza que conlleve a la implementación de acciones adecuadas acordes con su contexto y los demás participantes del estudio, en este caso, los estudiantes. De esta manera, dentro de la investigación en el aula, el docente también tiene la oportunidad de analizar las prácticas de los estudiantes para fortalecer el proceso de aprendizaje (Restrepo, 2009). Vale la pena aclarar que este tipo de investigación también se eligió debido a la importancia que se le da al estudiante dentro del proceso de elaboración de su propio conocimiento (Rojas, 2002).

## 3.3 Población o Muestra

La presente intervención se lleva a cabo con estudiantes del grado noveno de la institución educativa Alberto Díaz Muñoz del municipio de Bello. Para esto, se tienen en cuenta los aspectos normativos contemplados en la ley 1581 del 2012 “por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales” y su decreto reglamentario 1377, solicitando permiso a la rectora de la institución para implementar la secuencia didáctica y requiriendo la firma de los consentimientos informados a los padres de familia y/o acudientes de los estudiantes **(Ver Anexo A)**.

Para desarrollar las fases de la intervención, de los 24 integrantes del grupo 9°B se selecciona una muestra de 6 estudiantes de forma no probabilística, debido a que la investigación corresponde a un estudio cualitativo. A cada uno de los estudiantes seleccionados en la muestra se le asigna un código su identificación y para facilitar la sistematización **(ver tabla 1)**.

### 3.3.1 Criterios para la selección de la muestra

La selección de la muestra se realizó con base en los resultados del cuestionario de autorregulación KPSI (Knowledge and Prior Study Inventory) que se diseñó teniendo en cuenta los parámetros establecidos por Young y Tamir (1977) para identificar las ideas previas de los estudiantes sobre los aprendizajes propuestos en la secuencia didáctica.

Además de los resultados del cuestionario KPSI, también se tuvieron en cuenta el interés por aprender y el desempeño académico de los estudiantes.

Para el último criterio se tiene en cuenta la heterogeneidad de los desempeños académicos de los estudiantes en el área de ciencias naturales, el grupo se conforma de la siguiente manera:

**Tabla 1.** Muestra seleccionada y códigos de identificación

Nivel de desempeño	Número de estudiantes	Códigos de identificación
Bajo	2	0902201
		0902202
Básico	2	0902301
		0902302
Alto	2	0902401
		0902402
<b>TOTAL: 6</b>		

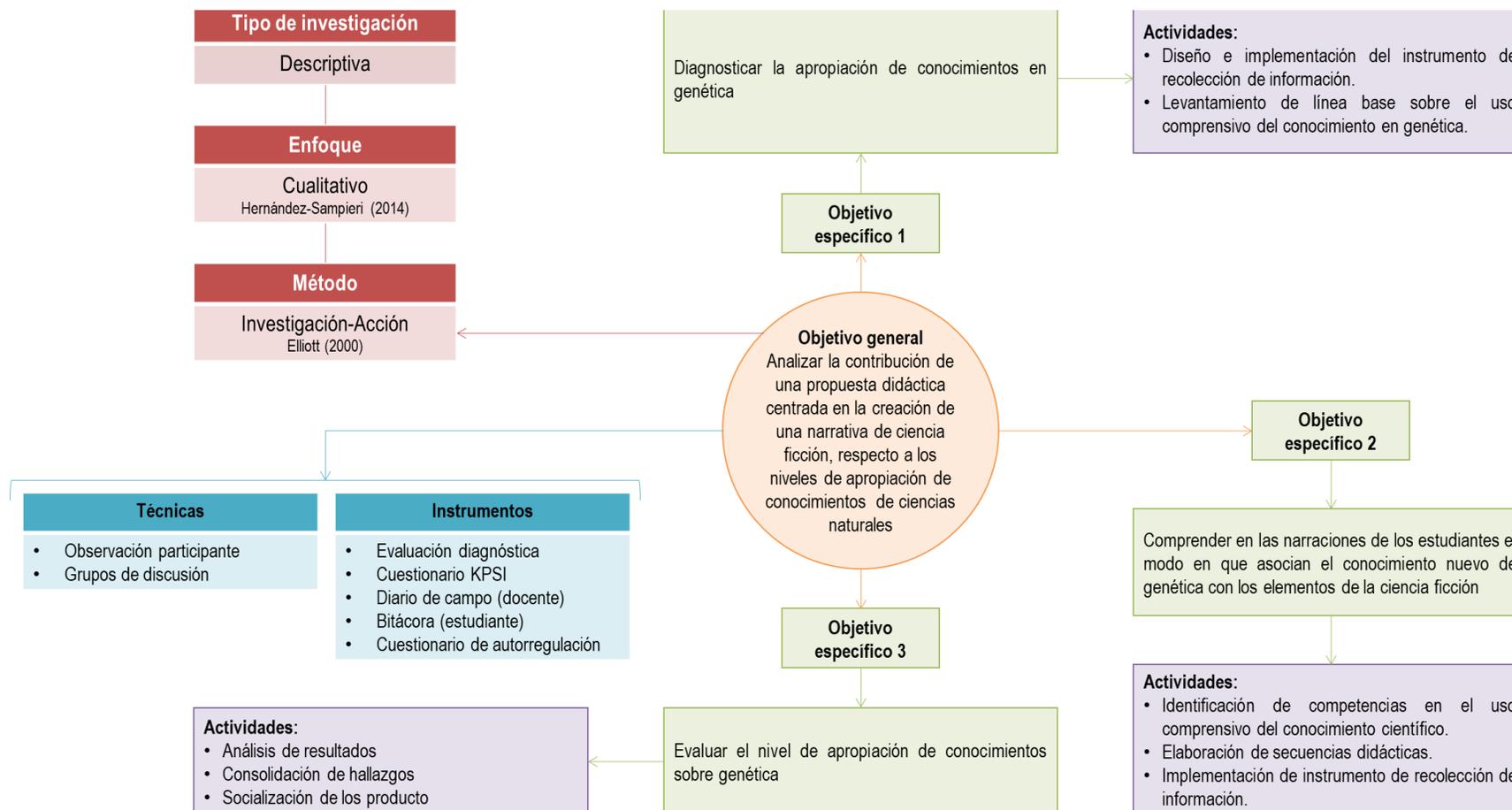
Teniendo como referente la muestra seleccionada, se pretende que los estudiantes alcancen un mayor nivel de apropiación de conceptos de genética a partir de la consolidación de aprendizajes significativos, mediante la aplicación de la secuencia didáctica y el desarrollo de las actividades propuestas en la misma. Se analiza entonces el nivel de apropiación de conceptos de genética, a través de su uso adecuado en la escritura de una narrativa de ciencia ficción.

### **3.4 Técnicas, Instrumentos, o Métodos de recolección de información**

Debido a que en el método de investigación-acción la observación es una herramienta importante para la recolección de información, se empleó la técnica de observación participante que favorece el acercamiento de los estudiantes al docente, quien estará involucrado dentro del grupo de enfoque y del problema analizado (Martínez, 2007), lo cual, contribuye a los procesos de mejora continua que enriquezcan el proceso formativo de los estudiantes.

Con base a lo anterior, uno de los instrumentos utilizados para el registro de observaciones por parte del docente es el diario de campo que facilita organizar, analizar e interpretar la información (Zabalza, 2005), por ende, se favorece la reflexión sobre el progreso de los estudiantes, así como las dificultades que puedan presentarse durante el proceso. De igual forma, los estudiantes, que deben involucrarse dentro de su mismo proceso formativo, recopilaban sus avances en bitácoras registrando los personajes, escenarios y conceptos de genética a incluir en su narrativa de ciencia ficción. Como complemento a estos instrumentos, se utilizaron cuestionarios KPSI de autorregulación para que los mismos estudiantes evaluaran el nivel de competencia alcanzado (**ver figura 1**). Además, como una forma de conocer la acogida que tuvo la estrategia de enseñanza propuesta en la secuencia didáctica, se realizó un cuestionario de autoinforme sobre las emociones experimentadas bajo los métodos tradicionales y el método innovador que hizo parte de esta intervención, tomando como referencia las emociones (5 positivas y 5 negativas) propuestas por Ochoa et al. (2019) en su trabajo de investigación “Emociones académicas y aprendizaje de biología, una asociación duradera”. Así mismo, se realizó una encuesta de satisfacción del servicio educativo en cuanto a los aprendizajes de genética vinculando la ciencia ficción.

**Figura 1. Síntesis del proceso metodológico**



### 3.5 Propuesta didáctica, modelo, estrategia o intervención realizada

Desde el ámbito pedagógico, se propone la elaboración e implementación de una secuencia didáctica para ordenar las actividades dirigidas a la construcción de conocimiento relacionado con genética y, el desarrollo de competencias y habilidades propias del uso comprensivo del conocimiento científico. Con referencia a las secuencias didácticas, Antoni Zabala (2008) afirma que se trata de “un conjunto de actividades ordenadas, estructuradas y articuladas para la consecución de unos objetivos educativos, que tienen un principio y un final conocidos tanto por el profesorado como por el alumnado” (p. 16). Debido a que se tendrán en cuenta los niveles de apropiación del conocimiento que tienen los estudiantes sobre conceptos relacionados con las ciencias naturales, la propuesta didáctica se enfocará en un problema científico en el que la genética es el tema central.

En este trabajo de investigación se tomó como referencia a Jaume Jorba y Neus Sanmartí (1994) para diseñar la estrategia pedagógica. De acuerdo con estas autoras, las secuencias didácticas se organizan en función de los objetivos didácticos definidos para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se proponen, entonces, cuatro tipos de actividades: 1) exploración, 2) introducción de conceptos, 3) estructuración y 4) aplicación. A continuación, se describe brevemente los tipos de actividades nombrados anteriormente:

- **Actividades de exploración o de explicitación inicial:** Son actividades que sitúan a los estudiantes en la temática objeto de estudio.
- **Actividades de introducción de conceptos/procedimientos o de modelización:** Este tipo de actividades están orientadas a favorecer que el estudiante pueda identificar nuevos puntos de vista en relación con los temas que son objeto de estudio.
- **Actividades de estructuración del conocimiento:** Estos instrumentos deben estar relacionados con las preguntas o problemas planteados inicialmente y deben posibilitar la esquematización y estructuración coherente de las distintas formas de resolución.
- **Actividades de aplicación:** oportunidades para que los estudiantes apliquen sus concepciones revisadas a situaciones o contextos distintos” (pp. 29-33).

Los momentos de evaluación formativa y sumativa realizada por el profesor, se indican en la síntesis de la propuesta didáctica. **(ver figura 3)**.

**Figura 2.** Síntesis de propuesta didáctica



Adaptado de Jorba y Sanmartí (1994)

### 3.5.1 Secuencia didáctica

La planeación y seguimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje se realizó mediante la implementación de una secuencia didáctica que se elaboró teniendo en cuenta las fases del ciclo de aprendizaje propuestas por Jorba y Sanmartí (1994): 1) Exploración, 2) Introducción de nuevos conocimientos, 3) Estructuración y Síntesis, 4) Aplicación (**ver tabla 2**). Enseguida se explican las actividades desarrolladas en la secuencia didáctica para atender a las fases mencionadas anteriormente.

**Tabla 2.** Síntesis del desarrollo de la secuencia didáctica

<b>SECUENCIA DIDÁCTICA</b>		
<b>AREA:</b> Ciencias naturales y educación ambiental <b>GRADO:</b> 9°		
Encargados	Andrea Paola Arias Muñoz	
Tiempo disponible	5 horas semanales	
<b>1. Problemas significativos del contexto</b>		
Genética, ADN y sus aplicaciones		
<b>2. Competencias y/o Derechos Básicos del aprendizaje</b>		
<p><b>DBA:</b> Comprende la forma en que los principios genéticos mendelianos y post-mendelianos explican la herencia y el mejoramiento de las especies existentes.</p> <p><b>Evidencia:</b> Explica la forma como se transmite la información de padres a hijos, identificando las causas de la variabilidad entre organismos de una misma familia.</p> <p><b>EBC:</b> Establezco relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares.</p> <p><b>DBA:</b> Explica la forma como se expresa la información genética contenida en el –ADN–, relacionando su expresión con los fenotipos de los organismos y reconoce su capacidad de modificación a lo largo del tiempo (por mutaciones y otros cambios), como un factor determinante en la generación de diversidad del planeta y en la evolución de las especies.</p> <p><b>Evidencia:</b> Explica los principales mecanismos de cambio en el ADN (mutación y otros) identificando variaciones en la estructura de las proteínas que dan lugar a cambios en el fenotipo de los organismos y la diversidad en las poblaciones.</p> <p><b>EBC:</b> Reconozco la importancia del modelo de la doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario. / Argumento las ventajas y desventajas de la manipulación genética.</p>		
<b>3. Objetivo</b>		
El objetivo de esta secuencia didáctica es que los estudiantes apropien conocimientos de genética y empleen sus conocimientos sobre las tecnologías desarrolladas con relación a la expresión de los genes y sus aplicaciones en la investigación, mediante la escritura de una narración de ciencia ficción.		
<b>4. Desarrollo</b>		
<b>Semana 1: Exploración</b>		
<b>Semana</b>	<b>Descripción</b>	<b>Actividad</b>
1	Esta fase se inició con la aplicación de un cuestionario KPSI sobre conceptos básicos de genética. Luego, se Observó el	Los estudiantes responden a la pregunta problematizadora: ¿Cómo se transmiten las características de padres a hijos?
<b>Objetivo:</b>	Diagnosticar los conocimientos previos que tienen los estudiantes sobre genética.	

	video “¿Por qué nos parecemos a nuestros papás?”, el trailer de la película “Splice: Experimento mortal” y el trailer de la película Gattaca: “Experimento genético”.	Con base a sus conocimientos previos sobre el tema y se abre un espacio para que socialicen sus ideas.
Semanas 2 a 11: Introducción de conceptos y estructuración		
Semana	Descripción	Actividad
<p><b>2 y 3</b></p> <p><b>Objetivo:</b> Reconocer que algunas características de los seres vivos son heredables.</p>	La docente interactuó con los estudiantes explicando algunos conceptos básicos que son necesarios para comprender las bases de la genética, tales como: gen, alelo, cromosoma, homocigoto, heterocigoto, alelo dominante, alelo recesivo, genotipo y fenotipo. Para esto se realizan diferentes ejemplos y se utilizan videos de apoyo. La apropiación de conceptos se verificó constantemente realizando diferentes preguntas sobre el tema a los estudiantes.	Desarrollo de la primera bitácora sobre conceptos básicos de genética respondiendo a la pregunta ¿Qué he aprendido? La intención era que los estudiantes utilizaran un lenguaje sencillo para exponer sus ideas.
<p><b>4 y 5</b></p> <p><b>Objetivo:</b> Identificar la relación que existe entre la dominancia y la recesividad, con los postulados de las leyes de Mendel.</p>	Durante estas semanas se introdujeron los conocimientos relacionados con los postulados de Gregor Mendel que permiten comprender la manera en la que los alelos se segregan durante la formación de gametos y se unen a través de la fecundación.	Se propuso resolver ejercicios de aplicación de las leyes de Mendel enfatizando en conceptos vistos previamente como homocigoto, heterocigoto, fenotipo y genotipo. Como cierre de la sección se propuso solucionar la segunda bitácora: ¿Por qué no tengo la misma apariencia de mis padres?
<p><b>6</b></p> <p><b>Objetivo:</b> Reconocer la estructura de las moléculas involucradas en el almacenamiento y la expresión de la información genética.</p>	En este tiempo se comenzó a relacionar el tema de genética con la ciencia ficción, indicado que muchos libros, series y películas de ciencia ficción tratan diferentes situaciones en las que se involucra el estudio del ADN. Se plantea a los estudiantes las preguntas ¿Dónde se encuentra esta molécula tan importante? ¿Cuál es su función? ¿Qué utilidad se le da en las narrativas de ciencia ficción? A partir de este punto se explicó la estructura y función de este ácido nucleico, al igual que la manera en la que crea copias de él mismo o fragmentos	Como actividad se solicitó a los estudiantes dar respuesta a la bitácora número tres, ¿Por qué es necesario que el ADN se replique? ¿Crees que este proceso se puede realizar de manera artificial? Explica

	de ARN que llevan mensajes, y su expresión a proteínas.	
<p><b>7</b></p> <p><b>Objetivo:</b> Comprender el proceso de traducción a proteínas y, establecer relación entre los cambios en la información genética, las mutaciones, y las alteraciones en las proteínas y el fenotipo.</p>	<p>Se proyectó el trailer de la película de ciencias ficción “La mosca” (1986) y la docente generó un espacio de discusión en el que se realizó una lectura litera de lo observado para relacionarlo con los conceptos abordados hasta ese momento. Se continuó con la expresión de los genes y la manera en que las alteraciones en el material genético pueden manifestarse en el fenotipo. Para reforzar el tema de mutaciones se observó el video ¿Los humanos estamos mutando?</p>	<p>Los estudiantes realizan el registro de la cuarta bitácora: ¿Cuáles son las posibles consecuencias de las mutaciones?</p>
<p><b>8 y 9</b></p> <p><b>Objetivo:</b> Familiarizar a los estudiantes con algunos campos de aplicación del material genético y la importancia de las mutaciones en el proceso evolutivo.</p>	<p>En esta sección la docente orientó sus esfuerzos a explicar los campos de aplicación de la genética, iniciando con la genética forense. Se proyecta el opening de la serie CSI (Crime Scene Investigation) y un video sobre cómo es posible identificar a un asesino a partir de una muestra de ADN. Debido a que el género de ciencia ficción contempla la posibilidad de manipular la información genética del ser humano para perfeccionarlo, clonarlo o hibridarlo, se presentaron trailers y fragmentos de película (La isla, Aliena la resurrección, El sexto día, réplicas, Jurassic Park), dando lugar a la reflexión sobre las implicaciones éticas, morales y sociales de dichos procesos. Además, se proyectó la película Splice: Experimento mortal. Esta fase termina con la explicación del proceso evolutivo y la importancia de las mutaciones para que este pueda ocurrir, aquí se proyectó el trailer de la película “Evolución”.</p>	<p>Se propuso realizar un ejercicio de aplicación para descubrir a un asesino a partir de sangre encontrada en la escena del crimen, utilizando un perfil genético.</p>
<p><b>10</b></p> <p><b>Objetivo:</b> Reconocer la ciencia ficción como un género que permite especular sobre los</p>	<p>La docente continuó haciendo una aproximación al género de ciencia ficción refiriéndose a diferentes libros, series y</p>	<p>Se realizó una actividad en la que los estudiantes seleccionaron sus personajes y describieron sus características, definieron la</p>

avances de la ciencia y la tecnología.	películas que se han inspirado en la posibilidad de manipular el material genético. Se definió el concepto de ciencia ficción y se propusieron unos pasos básicos para la escritura de una narrativa de este género.	escala temporal y escogieron la locación en la que se desarrollaría la historia.
<b>Estructuración y síntesis</b>		
<b>Semana</b>	<b>Descripción</b>	<b>Actividad</b>
<b>11</b> <b>Objetivo:</b> Desarrollar habilidades comunicativas escritas atendiendo a las partes que tiene una narración (inicio, nudo y desenlace).	Con la finalidad de inspirar a los estudiantes en la creación de su propia historia se proyectó el video de presentación de Pandora, el mundo ficticio en que se desarrolla la película Avatar (2009) de James Cameron. Por otro lado, se realizó una actividad práctica sobre la transmisión de los caracteres hereditarios.	Como cierre se desarrolla la quinta bitácora que consistió en escribir una primera narrativa corta empleando algunos de los conceptos abordados sobre genética.
<b>Aplicación</b>		
<b>Semana</b>	<b>Descripción</b>	<b>Actividad</b>
<b>12 a 15</b> <b>Objetivo:</b> Escribir una narrativa de ciencia ficción incluyendo algunos conceptos de genética.	Esta última fase se orientó a que los estudiantes realizaran la escritura de su narrativa de ciencia ficción. Por su parte, la docente realizó el acompañamiento para garantizar que el escrito correspondiera a dicho género debido a las confusiones que pudieran presentarse con el género fantástico.	Escritura de una narrativa de ciencia ficción teniendo en cuenta las partes de una narración y los conceptos de genética abordados durante el desarrollo de la secuencia didáctica.

Dando apertura a la fase de exploración se propuso responder un cuestionario KPSI sobre conceptos básicos de genética diseñado bajo los parámetros de Young y Tamir (1977), el cual, consistía en diez preguntas que los estudiantes debían analizar y asignar un valor de acuerdo a cinco criterios: 1) No lo sé, 2) Lo sé un poco, 3) Lo sé bien, 4) Lo sé bastante bien, 5) Lo puedo explicar a un compañero. Los datos obtenidos se recopilaron y organizaron en tablas para conocer las percepciones que tenían los estudiantes sobre sus propios conocimientos en el campo de la genética.

Dando apertura al tema, se sugirió visualizar el video ¿Por qué nos parecemos a nuestros papás? En este se explica, a partir de una breve revisión de las leyes de Mendel,

por qué los hermanos son diferentes si tienen los mismos padres y la manera en que se heredan las características. De esta manera, se pretendía fomentar una primera estrategia para la activación del conocimiento haciendo preguntas específicas sobre lo observado con relación a las características físicas de los familiares de los estudiantes y las similitudes que pudiesen encontrarse. Continuando la exploración y con el propósito de familiarizar a los estudiantes con el género de ciencia ficción, se presentaron los trailers de las películas “Splice: Experimento mortal” (2009) y “Gattaca: Experimento genético” (1997). En esta segunda parte, se solicitó a los estudiantes hacer una lectura literal de los trailer, para después establecer conexiones con el tema de genética. Para cerrar la fase de exploración, a partir de los conocimientos previos se debía responder a la pregunta problematizadora ¿Cómo se transmiten las características de padres a hijos? Las opiniones aportadas por los estudiantes se socializaron a manera de lluvia de ideas que se retomaron más adelante con miras a estructurar el conocimiento.

La genética es una de las ramas de la biología en la que los estudiantes presentan mayor dificultad para aprender debido, en parte, al vocabulario extenso y complejo que deben manejar los estudiantes, lo que representa un reto para su enseñanza (Bahar, Johnstone y Hansell, 1999). Por este motivo, la fase de introducción de conocimientos se apoya en videos educativos, series, trailers y fragmentos de películas del género de ciencia ficción en el que se abordan conceptos de genética (**ver tabla 3**). Dentro de esta fase, en la secuencia didáctica se plantearon cuatro bitácoras que los estudiantes fueron resolviendo a medida que se avanzaba en la conceptualización, de esta forma, se verificó la apropiación de conceptos y se detectaron dificultades a fortalecer a través de la ejemplificación (**ver figura 2**). En un primer momento se definieron conceptos como gen, alelo, cromosoma, homocigoto, heterocigoto, alelo dominante, alelo recesivo, fenotipo y genotipo, para verificar los conceptos comprendidos se resolvió la bitácora 1. Después, dichos conceptos fueron abordados mediante problemas de aplicación de las leyes de Mendel para que los estudiantes los relacionaran con las bases de la herencia genética, los mecanismos de la herencia y su relación con la apariencia física fue explicada por los estudiantes en la bitácora 2.

**Tabla 3.** Reseñas de las películas de ciencia ficción utilizadas para abordar conceptos de genética

Película	Descripción
La mosca (1986)	Un científico trabaja en la elaboración de una máquina teletransportadora, durante la prueba, una mosca ingresa junto con él a la máquina fusionando el ADN de ambos.
Jurassic Park (1993)	La empresa de bioingeniería InGen logra clonar diferentes especies de dinosaurios utilizando muestras de ADN encontradas en mosquitos fosilizados, la secuencia se completa con ADN de rana.
Gattaca: Experimento genético (1997)	En el futuro los bebés son perfeccionados genéticamente (eugenesia), aquellos concebidos de manera natural se consideran inferiores.
Alien, la resurrección (1997)	Después de siete intentos fallidos es posible clonar a una mujer utilizando muestras de sangre congelada. Más adelante, se descubre que la información genética de esta mujer ha sido alterada y que ahora posee genes de la raza alienígena.
El sexto día (2000)	En el futuro se permite clonar toda clase de animales, sólo la clonación reproductiva en humanos está prohibida. Sin embargo, una compañía de ingeniería genética los crea de forma ilegal manteniendo los recuerdos, así se asegura la prolongación de la existencia de personas influyentes. Los clones son manipulados genéticamente para adquirir enfermedades que los lleven a la muerte y garantizar su fidelidad a la compañía.
Evolución (2001)	Un meteorito cae a la Tierra trayendo con él a una forma de vida extraterrestre que evoluciona a gran velocidad, logrando en días lo que a la vida en la Tierra le tomó miles de millones de años. Estos organismos se van

---

	adaptando a las diferentes condiciones ambientales hasta convertirse en una amenaza para la humanidad.
La Isla (2005)	Dos supervivientes de una supuesta catástrofe ecológica que casi exterminó a toda la humanidad, descubren que son clones de individuos del mundo exterior y que sus cuerpos no son más que un banco de órganos.
Splice: Experimento mortal (2009)	Dos ingenieros genéticos crean un híbrido combinando ADN de diferentes especies, incluida la humana, con propósitos médicos. El uso de información genética humana en este tipo de experimentación, no está permitida, por lo tanto, los científicos se ven obligados a esconder al híbrido que crece rápidamente. Éste posee una alta capacidad intelectual y debido a las secuencias de ADN de otras especies se adapta fácilmente a los cambios en el entorno.
Avatar (2009)	Los hombres han logrado llegar hasta Pandora, un satélite natural del planeta Polifemo. Un grupo de científicos interesados en explorar las características ecológicas del lugar y la cultura de los nativos, crea cuerpos humanoides mezclando la información genética de los na'vi con la de los tripulantes de los avatares, quienes los controlan a través de conexiones neurales remotas.
Replicas (2018)	Un neurocientífico pierde a su familia en un trágico accidente automovilístico, así que decide crear clones de ellos, un procedimiento ilegal en humanos. Sin embargo, debido al alto costo y a que sólo cuenta con tres cabinas, debe desistir a la clonación de su hija menor. Lo que significa que es necesario “borrarla” de los recuerdos de los demás miembros de la familia.

---

La genética tiene diversos campos de aplicación, para esto se hace necesario comprender la estructura del ADN y los mecanismos que dirigen la síntesis de proteínas, macromoléculas necesarias para la estructura, el funcionamiento y la regulación celular. En esta sección de la secuencia didáctica se explica que el ADN está conformado por cuatro bases nitrogenadas (A, T, G, C), grupos fosfato y desoxirribosas, además se estudia el proceso mediante el cual se replica este ácido nucleico para que cada célula hija obtenga una copia completa del genoma, después de realizar varios ejercicios prácticos se resolvió la bitácora 3. Por su parte, la síntesis de proteínas es un proceso más complejo que requiere que secuencias de ADN codificante se transcriban a cadenas de ARN, un intermediario que se traduce a aminoácidos a partir de códigos de tres nucleótidos que finalmente constituyen las proteínas. También se explica que en ocasiones se presentan errores en el proceso de replicación sustituyendo algunas bases nitrogenadas, lo que altera la secuencia de ADN y las proteínas que se sintetizan a partir de ésta, dichos cambios aleatorios se conocen como mutaciones que pueden ser neutras, benéficas o perjudiciales.

Este tema se reforzó mediante ejercicios de aplicación y el video ¿Los humanos estamos mutando? Aquí se comenta que las mutaciones fueron las encargadas de transformar a la especie humana dándole características que la alejan de otras especies de primates y se cuestiona si es posible llegar a tener súper poderes como se muestra en los mundos ficticios de Stan Lee. Las posibles consecuencias de las mutaciones se plantearon en las respuestas dadas a la bitácora 4.

Dando continuidad al tema, se realizó un acercamiento a la aplicación de la genética haciendo énfasis en el análisis forense y la manipulación del ADN con técnicas de ingeniería genética. En esta oportunidad, se observó el trailer de la serie de criminalística *Crime Scene Investigation* (CSI) y se revisó un caso real donde se muestra cómo la genética forense identifica criminales utilizando muestras de ADN. Con la intención de aproximar a los estudiantes a este conocimiento, se propuso una actividad en la que ellos personificaron a un detective que debía analizar un perfil genético creado a partir de ADN hallado en una escena del crimen para identificar al asesino entre un grupo de sospechosos. De otro lado, la ingeniería genética se estudió desde dos técnicas principales la hibridación y la clonación, teniendo en cuenta que su uso en el ser humano no está permitido debido a implicaciones bioéticas, se analizaron trailers, fragmentos de series y

películas donde se observan sus posibles consecuencias. Cerrando la conceptualización, se retoman las mutaciones y sus efectos para dar introducción a la evolución, ya que este proceso requiere de alteraciones en el material genético que les permitan a los individuos adaptarse para sobrevivir a los cambios en el entorno. De esta forma, los estudiantes pudieron comprender que las mutaciones no siempre son negativas ni resultan en malformaciones, sino que les han permitido a las especies evolucionar y tener características favorables para prolongar su existencia a través del tiempo.

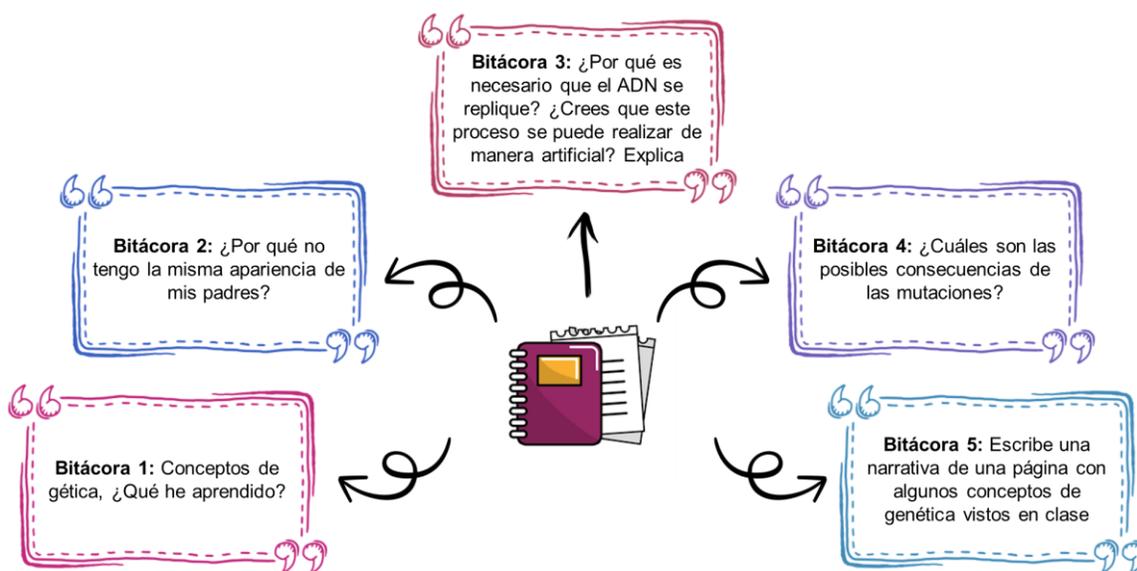
El desarrollo de esta propuesta didáctica también buscaba que los estudiantes se familiarizaran con el género de ciencia ficción, por consiguiente, se proyectó la película *Splice: Experimento mortal*, considerando que en su trama se utilizan varios conceptos de genética, así se pudieron seguir fortaleciendo para contribuir en su apropiación. La última parte de la fase de introducción de conocimientos consistió en mostrarle a los estudiantes que la ciencia ficción se apoya en la ciencia para fundamentar sus narraciones, igualmente se presentó un paso a paso para escribir narrativas de este género contemplando aspectos como el diseño de personajes, la selección de la escala temporal y la ambientación. Como fuente de inspiración para la creación de un mundo ficticio se observó el video de presentación de Pandora, lugar en el que se ambienta la película *Avatar*. Según se narra en el video, el sistema solar más cercano al nuestro es Alfa Centauro, allí se encuentra el planeta Polifemo que cuenta con varios satélites naturales entre los que se encuentra Pandora, un lugar cuyo paisaje está “adornado” por selvas tropicales similares a las que existieron en el Amazonas. Pandora es un mundo biodiverso donde todos los elementos están conectados y funciona como un sistema nervioso que depende del árbol de las almas (*Vitraya ramunong*); tanto su fauna como su flora presentan características bioluminiscentes y establecen relaciones simbióticas entre ellas. Los nativos reciben el nombre de Na'vi, son una raza humanoide de color azul que presentan rasgos felinos y miden tres metros de altura.

Posteriormente, los estudiantes tuvieron que escribir su primera narrativa corta incluyendo conceptos de genética vistos en la fase anterior. Este escrito hizo parte de las actividades de estructuración y síntesis, correspondiendo a la solución de la bitácora 5. Tomando como base los conceptos de genética apropiados a lo largo de esta propuesta didáctica, los estudiantes escribieron su narrativa de ciencia ficción, finalizando el ciclo de aprendizaje con la fase de aplicación. El siguiente paso fue contrastar cómo cambió la

percepción de los estudiantes con relación a sus conocimientos de conceptos básicos de genética aplicando nuevamente el cuestionario KPSI. A propósito de la apropiación de conocimientos de genética, se verificó teniendo en cuenta tres categorías relacionadas con la construcción de la narrativa de ciencia ficción: el dominio de los conceptos básicos de genética, el uso comprensivo de conceptos de genética en una narrativa de ciencia ficción y los cambios actitudinales. Debido a la importancia de estas categorías de análisis, se describen con detalle en otra sección.

La secuencia didáctica completa que fue aplicada durante esta intervención se encuentra en el **Anexo B**.

**Figura 3.** Bitácoras propuestas en la secuencia didáctica



### 3.6 Sistematización de la información

La información recolectada mediante diferentes instrumentos en cada una de las fases de la secuencia didáctica fue organizada y sistematizada para simplificar su revisión. Las bitácoras desarrolladas por los estudiantes fueron escaneadas y digitalizadas para ser almacenadas en carpetas individuales creadas en el computador de la docente a cargo de esta investigación, los archivos fueron nombrados de acuerdo con un código que se asignó a cada uno de los participantes para su análisis posterior. Las narrativas de ciencia ficción fueron entregadas en un formato de documento portátil (PDF) para facilitar su

visualización, los escritos de los estudiantes que conformaron la muestra se guardaron en una subcarpeta bajo un código especial de identificación. Por su parte, el diario de campo elaborado por la docente para registrar los aspectos más relevantes de los encuentros de clase reposó en un documento de Word que se modificó después de cada sesión, sintetizando las actitudes de los estudiantes frente a las actividades realizadas.

Las respuestas a los cuestionarios KPSI se recopilaron en tablas que se graficaron posteriormente para su análisis. Las producciones de los estudiantes que surgieron de preguntas abiertas se analizaron utilizando redes sistémicas y cuadros comparativos para organizar las ideas o explicaciones y clasificarlas con base a las categorías propuestas. De igual forma, los hallazgos del cuestionario de emociones académicas y la encuesta de satisfacción se recolectaron y sintetizaron en tablas para ser analizados.

### **3.7 Categorías de análisis**

El análisis de datos contempla las producciones aportadas por los estudiantes en torno a las actividades e instrumentos aplicados durante la implementación de la secuencia didáctica. Para esto, se propusieron tres categorías para la clasificación de los resultados. La Tabla 4 resume las categorías teóricas y descriptores de análisis que surgen de la revisión de diversas referencias bibliográficas citadas a lo largo de este trabajo.

#### **3.7.1 Dominio de los conceptos básicos de genética**

Hace referencia al conocimiento de diversos conceptos que son básicos y fundamentales para la comprensión de la transferencia de caracteres hereditarios a la descendencia y la utilización del material genético en avances científicos que buscan mejorar la calidad de vida del ser humano. En este sentido, Ayuso y Banet (2002) consideran algunos ámbitos de aprendizaje conceptual de la genética entre los que mencionan la reproducción de los seres vivos (énfasis en la reproducción sexual); la herencia y las características de los organismos, los cromosomas y los genes; y las mutaciones como mecanismos de biodiversidad. Por su parte, Íñiguez y Puigcerver (2013) señalan algunos contenidos a tener en cuenta en la enseñanza de la genética en la educación secundaria, entre ellos se destacan la estructura del ADN, los genes y los cromosomas; la localización, la función y los mecanismos de transmisión de la información hereditaria; y las técnicas de manipulación genética. Con base en esta información, se

seleccionaron y propusieron unos conceptos básicos de genética que los estudiantes deben dominar al finalizar la intervención.

### **3.7.2 Uso comprensivo de conceptos de genética en una narrativa de ciencia ficción**

Teniendo en cuenta que el propósito de esta investigación es determinar la apropiación de conceptos de genética que tienen los estudiantes, es necesario que ellos los tengan claros para poderlos emplear en la escritura de su propia narrativa de ciencia ficción, de esta manera, se otorga mayor confiabilidad y rigor científico en la fundamentación de la historia al basarse sólidamente en el conocimiento del mundo real (Chapela, 2014). Esto es importante en el género de ciencia ficción puesto que lo separa de la fantasía donde, el primero utiliza un entendimiento de la naturaleza y el método científico para proponer argumentos reales o factibles, mientras la segunda se explica mediante la magia que se opone a las leyes naturales (Rodríguez, 2015). Por otro lado, en el ejercicio de escritura de la narrativa de ciencia ficción los estudiantes tienen la posibilidad de plasmar su postura con relación a las implicaciones éticas, sociales, políticas y ambientales de los avances científicos en el campo de la genética, y establecer la relación entre la ciencia y la sociedad (Petit, 2012).

### **3.7.3 Cambios actitudinales**

La enseñanza de la genética presenta diversas dificultades debido a la complejidad de los conceptos que se abordan y la relación con otros procesos biológicos que se debe comprender alrededor de ellos, esto genera desinterés por aprender debido a que los estudiantes no sienten conexión con esta área del conocimiento, a esto se suma que los métodos tradicionales de enseñanza son una barrera para aproximarse al conocimiento (Bugallo-Rodríguez, 1995). Por lo tanto, diferentes investigadores han enfocado sus estudios a proponer estrategias didácticas para la enseñanza de la genética que pueden impactar en las emociones de los estudiantes, promoviendo una actitud positiva hacia el conocimiento científico (Banet y Ayuso, 1995). En consecuencia, se espera que el desarrollo de la secuencia didáctica propuesta en esta investigación tenga un impacto positivo en las actitudes de los estudiantes frente al aprendizaje de la genética y al conocimiento científico.

**Tabla 4.** Categorías y descriptores para el análisis de los resultados

<i>Categoría</i>	<i>Descriptor</i>
Dominio de los conceptos básicos de genética	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Información genética</li> <li>- Cromosoma</li> <li>- Gen y alelo</li> <li>- Alelo dominante y Alelo recesivo</li> <li>- Homocigoto y heterocigoto</li> <li>- Herencia</li> <li>- Clonación</li> <li>- Organismo genéticamente modificado</li> <li>- Híbrido</li> </ul>
Uso comprensivo de conceptos de genética en una narrativa de ciencia ficción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso apropiado de conceptos de genética</li> <li>- Aplicación de conceptos de genética en una narrativa de ciencia ficción</li> <li>- Postura crítica frente a los alcances de la ciencia</li> </ul>
Cambios actitudinales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implicaciones sociales de algunos avances científicos</li> <li>- Pensamiento científico</li> <li>- Interés hacia el área de ciencia naturales</li> <li>- Disposición para desarrollar las actividades de clase</li> </ul>

## 4. Resultados y análisis

En esta sección se presenta una descripción de los hallazgos evidenciados a partir de la aplicación de la secuencia didáctica propuesta, con el fin de analizar la apropiación de conceptos de genética alcanzada por los estudiantes y que fueron plasmados en sus narrativas de ciencia ficción. Dicha descripción se ha realizado a partir de los cuestionarios de autorregulación KPSI, las bitácoras desarrolladas por los estudiantes, las narrativas de ciencia ficción y las reflexiones de la docente con base en lo observado en el aula durante el desarrollo de las fases de aprendizaje.

La intervención se realiza por medio del desarrollo de las actividades planteadas en la secuencia didáctica que sigue las fases del proceso de enseñanza-aprendizaje propuesto por las investigadoras Jorba y Sanmartí (1994). A continuación, se presentan los hallazgos sobre ideas y conceptos aportados por los estudiantes en torno al tema de genética, de igual manera, se tienen en cuenta las actitudes que asumieron frente al proceso de enseñanza-aprendizaje. La descripción y análisis de los resultados más relevantes de las fases del proceso de intervención se muestran en las siguientes secciones:

### 4.1 Fase de exploración

La finalidad de esta fase es ubicar a los estudiantes en la temática objeto de estudio. Para esto, se realiza un sondeo de las ideas previas que tienen los estudiantes con relación a los conceptos propios de genética. Por otro lado, con esta información se selecciona la muestra.

#### 4.1.1 Aplicación del cuestionario KPSI

El cuestionario KPSI consta de 10 preguntas relacionadas con conceptos básicos de genética (**ver Anexo C**), con el que se busca que los estudiantes autoevalúen qué tan familiarizados están con el tema, de acuerdo con una escala de 5 criterios:

1	No lo sé
2	Lo sé un poco
3	Lo sé bien
4	Lo sé bastante bien
5	Lo puedo explicar a un compañero

Las preguntas propuestas en el cuestionario KPSI sobre conceptos básicos de genética se presentan en la **tabla 5**:

**Tabla 5.** Cuestionario KPSI sobre conocimientos básicos de genética aplicado a los estudiantes del grado 9°B de la I. E. Alberto Díaz Muñoz

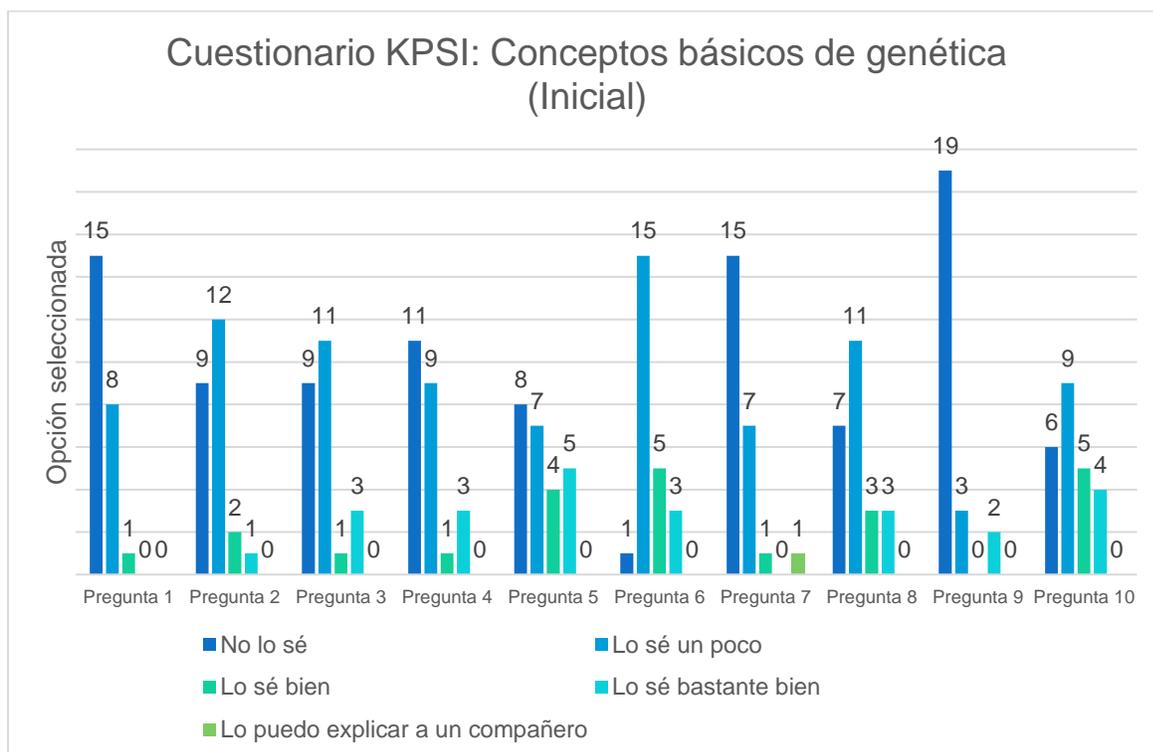
No.	Pregunta
1	<i>¿Cuáles son los eventos que ocurren durante el proceso de división meiótica?</i>
2	<i>¿Cuál es el propósito de la genética?</i>
3	<i>¿Cómo está constituido el ADN?</i>
4	<i>¿Por qué todas las células del cuerpo NO tienen la misma información genética?</i>
5	<i>¿Cuál es la relación del ADN con la herencia?</i>
6	<i>¿Por qué los hijos suelen parecerse físicamente a sus padres?</i>
7	<i>¿Cómo ocurren las mutaciones en la información genética?</i>
8	<i>¿Cuál es la utilidad del ADN?</i>
9	<i>¿Qué es un organismo genéticamente modificado?</i>
10	<i>¿Cómo se identifica a un criminal a partir del ADN?</i>

En la siguiente tabla se resumen los datos obtenidos a partir de la aplicación del cuestionario KPSI (inicial) a los 24 estudiantes del grupo 9°B de la Institución Educativa Alberto Díaz Muñoz.

Opción seleccionada	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6	Pregunta 7	Pregunta 8	Pregunta 9	Pregunta 10
No lo sé	15	9	9	11	8	1	15	7	19	6
Lo sé un poco	8	12	11	9	7	15	7	11	3	9

Lo sé bien	1	2	1	1	4	5	1	3	0	5
Lo sé bastante bien	0	1	3	3	5	3	0	3	2	4
Lo puedo explicar a un compañero	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
TOTAL	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24

Los datos anteriores se consolidan en una gráfica, como se muestra en la **figura 4**.



**Figura 4.** Resultados del cuestionario KPSI (inicial) aplicado a los estudiantes del grado 9°B de la IEADM.

Nota: Cada color representa la escala de conocimiento según la pregunta y las barras representan el número de estudiantes que seleccionaron cada opción de respuesta.

Después de analizar los datos obtenidos en la aplicación del cuestionario KPSI sobre conceptos básicos de genética, se encuentran los siguientes hallazgos:

En la mayoría de las preguntas los estudiantes se autoevaluaron en una escala de 1 y 2, en pocos casos en 3 y 4, y en menor proporción en la escala 5. Los resultados anteriores indican debilidad en los conceptos previos que tienen los estudiantes sobre genética, tanto

el grupo en general, como la muestra. Debido a esta falta de dominio del tema, los estudiantes manifiestan que no se sienten en la capacidad de explicar los conceptos abordados en el cuestionario a sus compañeros. Al contrastar las respuestas con las bitácoras desarrolladas por los estudiantes, se constata que existen errores conceptuales en cuanto a cómo está constituido el ADN y la relación de éste con las características heredables que hacen que los hijos se parezcan a sus padres. Por consiguiente, las explicaciones aportadas no responden adecuadamente a las preguntas realizadas en el cuestionario, dado que algunos conceptos de genética son nuevos o no se ha comprendido en cursos anteriores debido a su complejidad. Esto está en concordancia con lo planteado en la investigación de Íñiguez y Puigcerver (2013), en la que se señala que los estudiantes tienen ideas erróneas sobre la transmisión de las características físicas de progenitores a descendientes, se cree que la apariencia física de los individuos es producto de los factores ambientales y no relacionan la información genética con la herencia de los caracteres. Otro concepto en el que se denota dificultad es en la comprensión de la meiosis, proceso mediante el cual se forman los gametos, células sexuales haploides que presentan variabilidad genética gracias al entrecruzamiento que ocurre entre cromosomas homólogos, en consecuencia, cada gameto contiene información genética diferente. Esto requiere entender las etapas de división celular, que el ADN se organiza en cromosomas para distribuir la información genética de manera equitativa en las células hijas y que durante la fecundación la información genética proveniente de ambos progenitores se une en una única célula llamada cigoto, por este motivo, los hijos presentan rasgos físicos similares a sus dos padres. Como puede observarse, la meiosis es un concepto clave para comprender las bases de la herencia, pero como afirma Leal (2017), los libros de texto que se utilizan como guía no dejan clara la relación entre meiosis y genética, además, no presentan los contenidos de manera secuencial, lo que dificulta un proceso de enseñanza-aprendizaje efectivo.

#### **4.1.2 Conocimientos previos**

Continuando la fase exploratoria, el grupo se interviene mediante una situación de contexto en la que se plantea la pregunta ¿Cómo se transmiten las características de padres a hijos? Cada estudiante analiza la pregunta para responder de manera individual. En las respuestas aportadas por los estudiantes se menciona la sangre como un factor relacionado con la transferencia de características físicas de padres a hijos, además, se

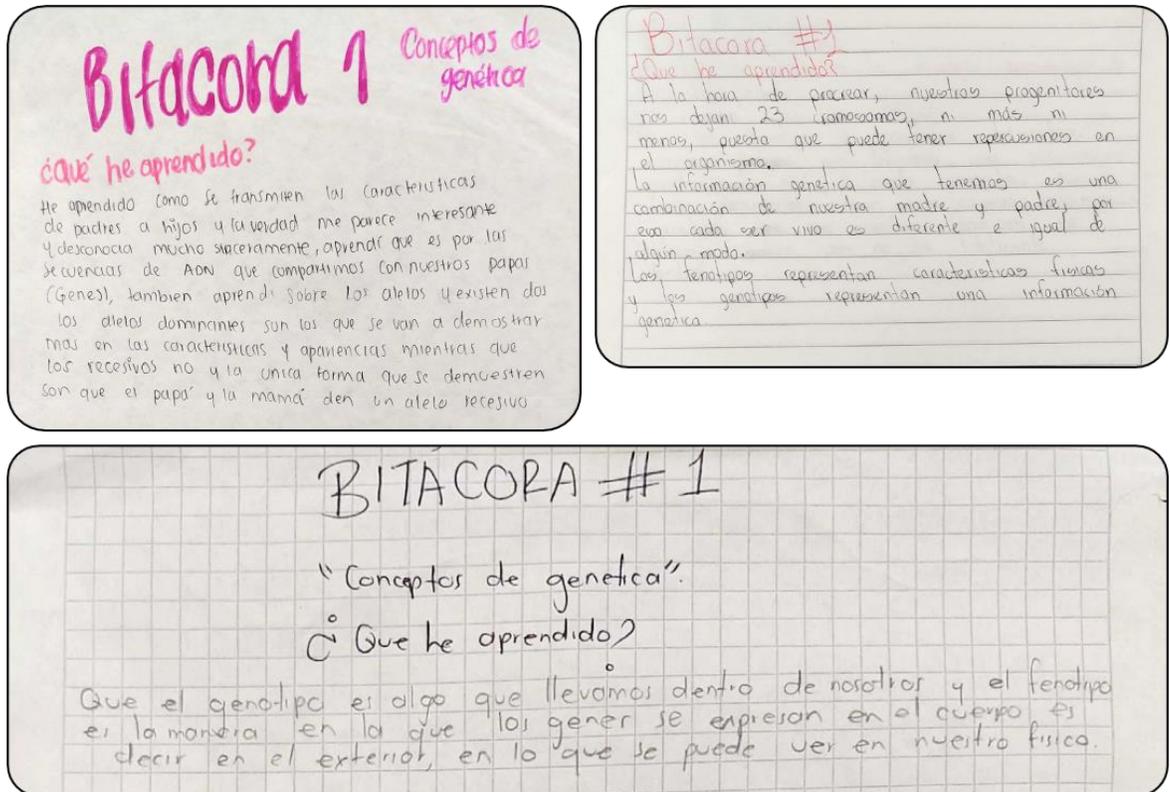
cree que la apariencia es consecuencia de los “rasgos fuertes” de un único progenitor. No se consideran aspectos importantes como los genes y la integración de material genético paterno y materno en el proceso de fecundación. Contradictoriamente, los estudiantes saben que tanto los hombres como las mujeres poseen células reproductivas, como los espermatozoides y los óvulos, pero no comprenden su participación en la formación del nuevo individuo. Al respecto, Bugallo-Rodríguez (1995) enfatiza en la importancia de establecer relaciones entre conceptos básicos de la genética como meiosis o fecundación, así como diferenciar los sucesos que tienen lugar en la mitosis y la meiosis, aunque ambos procesos presentan semejanzas sutiles, son realmente diferentes. El primero ocurre en células somáticas (diploides), participando en la formación de los tejidos y órganos del nuevo individuo, el segundo ocurre en gametos que poseen la mitad de la información genética que se fusiona mediante la fecundación integrando el material genético de ambos progenitores. Relacionar conceptos como los anteriores, facilitará el proceso de enseñanza-aprendizaje de la genética acercando a los estudiantes al entendimiento de las bases de la herencia.

## 4.2 Actividades de introducción de conceptos

Esta fase se inicia mediante la proyección de un video introductorio llamado ¿Por qué nos parecemos a nuestros papás?, de esta forma se aprovecha para realizar la realimentación de la pregunta problematizadora y se profundiza en conceptos como herencia, genes, alelos, genotipo, fenotipo, alelo dominante, alelo recesivo, progenitores, descendencia. Además, se realiza una primera aproximación con la ciencia ficción a través de la proyección de los trailers de las películas “Splice: Experimento mortal” y “Gattaca: Experimento genético”, de esta manera, se enlazan los conceptos de genética con este tipo de narrativa. Los estudiantes participan activamente realizando una lectura literal de lo observado en los videos y denotan interés por comprender cuál es su relación con el tema de genética. Después se aplica la primera bitácora y se recopila la información obtenida.

**Bitácora 1: Conceptos de genética, ¿Qué he aprendido?**

En las respuestas aportadas por los estudiantes, se reconoce el fenotipo como la apariencia y el genotipo como el conjunto de genes que poseen los individuos, también se introduce el concepto de “cromosoma” reconociéndolos como las estructuras involucradas en la transmisión de características al tratarse de una “combinación” de los mismos, donde el 50% corresponde al papá y el 50% a la mamá. Algunas de las respuestas elaboradas por los estudiantes se muestran a continuación.



**Figura 5.** Evidencia del desarrollo de la bitácora 1

Comparando las ideas expresadas en la bitácora #1 con las respuestas dadas a la pregunta problematizadora realizada en la fase de conocimientos previos, se denota un avance en la comprensión de conceptos, los estudiantes logran establecer relaciones entre las aportaciones cromosómicas de cada uno los progenitores, los genes y su relación con la apariencia física de sus descendientes. Esto se puede sustentar debido a que se manifiestan ideas como “el fenotipo es la manera en la que los genes se expresan en el cuerpo, es decir, en el exterior”; o “aprendí sobre los alelos y existen dos alelos, los alelos

dominantes son los que se van a demostrar más en las características y apariencias mientras que los recesivos no”.

### 4.2.1 Leyes de Mendel y su aplicación en la herencia de caracteres en el ser humano

Las leyes de Mendel permiten comprender la forma en que se transmiten las características de una generación a la siguiente teniendo en cuenta la expresión de los alelos dominantes y los alelos recesivos. Así mismo, permite predecir la posible apariencia de la descendencia a partir de los genotipos de los progenitores. Además, mediante el desarrollo de los ejercicios, los estudiantes pueden dilucidar por qué algunas características no se manifiestan en algunas generaciones debido a que se requiere que ambos alelos sean recesivos para que puedan manifestarse. Con la finalidad de comprobar estos acontecimientos, los estudiantes resuelven los siguientes ejercicios de aplicación:

**Figura 6.** Ejercicios de las leyes de Mendel aplicados a los estudiantes

Resuelve los siguientes ejercicios:

- El alelo de ojos oscuros («E») es dominante frente al alelo de ojos claros («e»), que es recesivo. Basándote en las leyes de Mendel, y pensando en una pareja que desea tener un bebé, contesta a las siguientes preguntas:
  - ¿Existe la posibilidad de que el bebé tenga los ojos claros si ambos progenitores tienen los ojos oscuros?
  - ¿Qué genotipos deberán presentar sus padres?
  - ¿Cuál es la probabilidad de que el bebé tenga los ojos claros si el padre los tiene oscuros y la madre también?
  - Representa los porcentajes y probabilidades obtenidas en un cuadro de Punnett.
- En los humanos, el pelo oscuro («O») es dominante sobre el pelo rojo («o»). Una mujer y un hombre de pelo oscuro tuvieron dos hijos, uno de pelo oscuro y otro de pelo rojo.
  - ¿Qué genotipos presentan los progenitores y su descendencia?
  - ¿Cuál es la probabilidad de que la descendencia de la pareja tenga el pelo oscuro o rojo?
  - Representa tus resultados en cuadros de Punnett, indicando los porcentajes y probabilidades de las combinaciones.

En la siguiente imagen se exponen algunas evidencias de los ejercicios de genética mendeliana desarrollados por los estudiantes. Para reducir el volumen de material dentro del cuerpo del presente trabajo, sólo se muestra la generalidad de los resultados obtenidos en la actividad.

Figura 7. Resolución de ejercicios de las leyes de Mendel

• ARI=

\* Si

\* heterocigoto madre Padre

$Ee$   $Ee$

	E	e
E	EE	Ee
e	Ee	ee

25% EE homocigoto dominante  
50% Ee heterocigoto  
25% ee homocigoto recesivo.

fenotipo  
75% ojos oscuros  
25% ojos claros.

BRI:

	O	o
O	OO	Oo
o	Oo	oo

fenotipo genotipo  
75% pelo oscuro 25% OO homocigoto dominante  
25% pelo rojo 50% Oo heterocigoto  
25% oo homocigoto recesivo

• que genotipos presentan los descendientes = OO  
Do, oo

• 75% pelo oscuro  
25% pelo rojo

a)

• Si, si hay posibilidad de que tengan ojos claros

• Sus genotipos deben ser heterocigoto =  $Ee \times Ee$

• La probabilidad 25%

	e	e
E	EE	Ee
e	Ee	ee

Genotipo dominante.  
EE homocigoto 25%  
50% Ee heterocigoto  
25% ee homocigoto recesivo

fenotipo  
75% Ojos oscuros  
25% Ojos claros

b)

• Los progenitores presentan un genotipo Oo heterocigoto al 100%, su descendencia presentan 3 tipos de genotipos = OO, Oo, oo con los homocigotos un 25% y el heterocigoto un 50%

• La probabilidad de pelo rojo (o) como dije antes es del 25%. oo homocigoto recesivo. Al igual que (O) sea 75% OO, Oo que es perteneciente al pelo oscuro.

¿? Gen O dominante, o recesivo

	e	e
E	EE	Ee
e	Ee	ee

Genotipo alelos: "O" y "o"  
25% EE homocigoto dominante  
50% Ee heterocigoto  
25% ee homocigoto recesivo

fenotipo  
75% Pelo oscuro  
25% Pelo rojo

Andrea Arias  
24/09/2021  
Biología IV

De acuerdo con los resultados, gran parte de los estudiantes demuestran destreza en la solución de ejercicios relacionados con las leyes de la herencia, reconociendo que las características que se transmiten de una generación a otra están determinadas por la combinación de pares de alelos aportados por el padre y por la madre. De igual manera, identifican el fenotipo como la apariencia de los individuos y el genotipo como la combinación de alelos que corresponde a cada uno de los progenitores y los descendientes. Por lo tanto, una vez terminada y socializada la actividad se propone responder la segunda bitácora.

**Bitácora 2: ¿Por qué no tengo la misma apariencia de mis padres?**

Las respuestas a las preguntas son variadas, a pesar de esto, algunos de los estudiantes manifiestan que el hecho de no tener la misma apariencia de sus padres está relacionado con la unión de sus informaciones genéticas (**ver tabla 6**).

**Tabla 6.** Evidencia de respuestas a la bitácora 2

<p><i>“La genética en sí es 50 y 50 por parte de mamá y papá aunque no somos iguales a nuestros padres pero tenemos algunas características físicas compartidas”.</i></p>	<p><i>“Porque en el momento de empezar a crearse la vida en el vientre y juntarse la información genética de la madre y el padre, hace que se mezcle y tengamos un ADN igual pero con diferencias de cada uno, por eso tenemos rasgos de las 2 pero no completamente iguales a ninguno”.</i></p>
<p><i>“Por los genotipos y fenotipos diferentes, nuestros padres nos brindan una información genética, un poco de cada progenitor, por la unión de estos, nace una nueva información genética, por eso nuestros fenotipos se parecen a ellos, pero no es totalmente idéntica”.</i></p>	<p><i>“Porque como se están compartiendo los genes, creo yo que es por la combinación de genes que tenemos similitudes pero no somos iguales, y por los genes de los abuelos de nuestros padres. Quiero decir que como los genes son combinados en varias generaciones para eso”.</i></p>

Transcripción fiel de las ideas de los estudiantes.

Retomando las ideas anteriores, se destaca que durante esta fase de introducción de conceptos la mayoría de los estudiantes han logrado comprender que las características que se manifiestan físicamente son el resultado de la combinación de las aportaciones genéticas de ambos progenitores, de esa forma, los hijos poseen rasgos similares a cada uno de ellos, pero no son completamente iguales o idénticos. Durante el desarrollo de la bitácora 2 surgen dudas con relación al por qué en ocasiones los hijos se parecen más a uno de sus dos padres si cada uno de ellos aporta el 50% de la información genética, así que se recuerda el concepto de gen dominante y gen recesivo haciendo énfasis en que el gen dominante se manifiesta siempre que esté presente, ya sea en homocigosis o heterocigosis, y que la condición para que se manifieste la característica recesiva es que ambos alelos, el aportado por el padre y el aportado por la madre, sean recesivos. Con

esto se busca que los estudiantes tengan mayor claridad sobre la transferencia de los caracteres hereditarios y su relación con la apariencia de los individuos, pues como afirman Ayuso y Banet (2002), hay una idea errónea generalizada sobre los conceptos de dominancia y recesividad que obstaculiza el proceso de aprendizaje de las bases fundamentales de la genética.

### **4.2.2 La expresión de los genes y el código genético**

Para poder contextualizar la narrativa de ciencia ficción utilizando los conceptos de genética adecuadamente, se hace necesario que los estudiantes comprendan la manera en la que se replica el ADN debido a que durante este proceso se pueden presentar alteraciones en el material genético conduciendo a la creación de proteínas anómalas que pueden traer consecuencias en el fenotipo de los individuos.

A través de la resolución de un ejercicio práctico sobre replicación, transcripción y traducción a aminoácidos, los estudiantes pueden comprender que las células necesitan tener información genética, puesto que esta es la encargada de dirigir todas las funciones que regulan el funcionamiento del cuerpo y le otorga las características a cada especie. Por otro lado, por medio de la ejecución de este tipo de ejercicios se puede verificar que, en algunos casos, los errores en dichos procesos cambian los aminoácidos que constituyen las proteínas, lo que puede conllevar al surgimiento de enfermedades asociadas. A partir de esta información, se promueve la discusión alrededor de tema de las mutaciones en el que se concluye que no todas las mutaciones son malas o perjudiciales, muchas de estas son necesarias dentro del proceso evolutivo ya que favorecen la adquisición de características que les permiten a los seres vivos sobrevivir ante cambios en el ambiente. En cuanto al proceso evolutivo en el ser humano, se tomó como material de apoyo el recurso audiovisual “¿Los humanos estamos mutando?” creado por curiosamente, allí se explica que algunas mutaciones en el material genético que se acumularon durante millones de años le otorgaron características favorables como el desarrollo de un cerebro más grande, caminar en dos patas, un pulgar más móvil que el de otros primates y la capacidad de hablar. Actualmente, existen algunas características “sobrehumanas” pero que no se cree que conlleven a la evolución, algunas de ellas son el super gusto, los super durmientes, los super pulmones, el tetracromatismo y los huesos

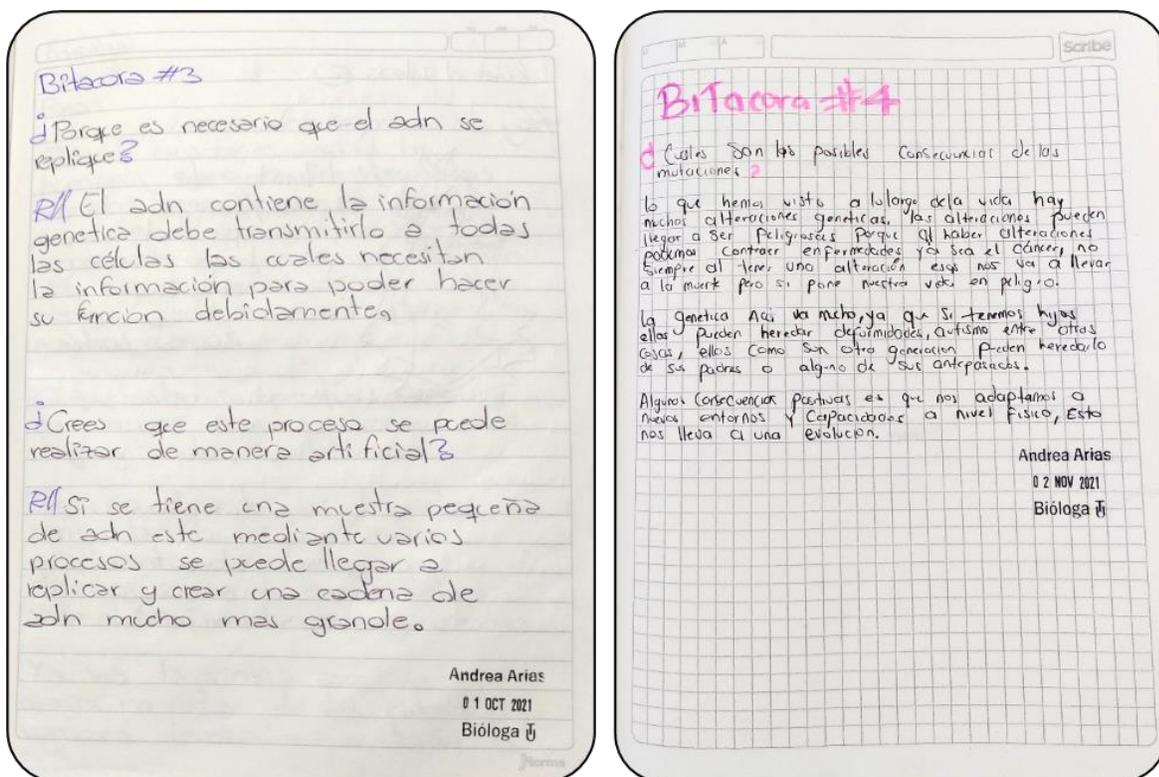
irrompibles. Con base en esta información se solicita los estudiantes responder los portafolios 3 y 4.

**Bitácora 3: ¿Por qué es necesario que el ADN se replique? ¿Crees que este proceso se puede realizar de manera artificial? Explica**

**Bitácora 4: ¿Cuáles son las posibles consecuencias de las mutaciones?**

Algunas de las bitácoras aportadas por los estudiantes aparecen enseguida.

**Figura 8.** Evidencia del desarrollo de las bitácoras 3 y 4



En las respuestas elaboradas por los estudiantes se destacan varios aspectos positivos como que el ADN se transmite a las células para que cumplan su función adecuadamente, que el proceso de replicación se puede realizar de manera artificial en un laboratorio si se

cuenta con una muestra del ADN molde a copiar y que las mutaciones pueden traer efectos positivos sobre las poblaciones al permitirles adaptarse a los cambios del ambiente. Teniendo en cuenta estos aportes, se encuentra que muchos de los estudiantes comprenden la importancia de la información genética contenida en el ADN y reconocen las mutaciones como un factor importante dentro del proceso evolutivo de las especies al aportar características que se pueden transmitir a las siguientes generaciones.

### 4.3 Estructuración y síntesis

La fase de estructuración se desarrolla mediante la escritura de una narrativa corta aplicando los conceptos básicos de genética abordados durante la fase de introducción de conocimientos propuesta en la secuencia didáctica. La intención de esta actividad es que los estudiantes fortalezcan la competencia de expresión escrita que les permita producir textos ordenados y coherentes, además de estimular su imaginación y su creatividad.

**Bitácora 5: Escribe una narrativa de una página en la que utilices algunos de los conceptos de genética abordados en el desarrollo de esta secuencia didáctica. Recuerda que en estos textos el argumento incluye un inicio, un nudo y un desenlace, y cuenta con elementos como personajes, lugar y tiempo.**

### 4.4 Aplicación

Previo al desarrollo de la fase de aplicación, los estudiantes tuvieron que 1) seleccionar el tiempo en que se desarrolla la historia (presente, pasado, futuro, ucronía); 2) diseñar los personajes (humanos, humanos evolucionados, clones, híbridos, cyborgs y alienígenas) y definir sus rasgos de personalidad; y 3) proponer la ambientación de la narrativa o tema central. Posteriormente, los estudiantes consolidaron sus ideas para escribir su propia narrativa de ciencia ficción utilizando conceptos propios de la genética.

Las narrativas que se tienen en cuenta para este análisis sólo corresponden a los estudiantes que componen la muestra, dado que algunas de las narrativas son extensas, sólo se incluyen algunos fragmentos que se consideran relevantes para el estudio. Aquí se analizan dichos fragmentos para determinar los niveles de apropiación de conceptos de genética.

**0902201**

- *“Tienes la genética del mono, leopardo, del canguro y del perro. Esto lo hice con el fin de experimentar si los seres humanos somos capaces de vivir con partes de animales, y también para crear curas para extender la vida, y pues veo que salió mejor de lo que esperaba”.*
- *“Camilo en su nuevo trabajo le estaba yendo muy bien, pues había logrado controlar la mayoría de capacidades que le otorgaban sus genes de animales, entonces ya sabía olfatear muy bien, correr demasiado rápido, saltar y trepar; esto lo ayudó a ser el mejor en su trabajo”.*
- *“Al día siguiente se despertó y vio que tenía los pies peluditos y esponjosos, y pensó “ha de ser por la genética del canguro”, sus manos tenían uñas largas y filosas”*
- *“Él es un experimento que creé con el fin de lograr crear recursos necesarios para entender nuestra vida. No lo vean como un fenómeno, véanlo como una esperanza de vida”.*

Las frases subrayadas en los fragmentos seleccionados de la narrativa son indicadores que se logra comprender la relación que existe entre la información genética y el fenotipo de los individuos, esto se evidencia en que el estudiante explica que los genes de animales que fueron integrados al ADN del protagonista le otorgan características de cada uno de ellos. Por lo tanto, se conciben los avances científicos como una forma de mejorar la calidad de vida de las personas, lo que se relaciona con la categoría uso comprensivo de conceptos de genética en una narrativa de ciencia ficción, donde enfatiza en la importancia de asumir una postura crítica frente a los alcances de la ciencia.

**0902202**

- *“Tomy es un híbrido que vive muy lejos de la sociedad con su padre. Tomy es mitad humano y mitad venado... Esta historia comienza porque un virus empezó a contagiar a la humanidad y de ese virus nacieron toda clase de híbridos.”*
- *“Tomy le dice a Mark que por qué las poblaciones querían acabar con los híbridos y Mark le contestó que algunos seres humanos creen que con los híbridos se podría crear una cura para el virus y también que si matan a todos los híbridos se podría ir el virus”.*

- *“Tomy vio que había muchos híbridos como: mezclas de un ser humano con un pájaro, león, jaguar, leopardo, etc.*

En las ideas anteriores se puede deducir que se reconoce el concepto de híbrido como un organismo que posee información genética de especies diferentes. Es interesante anotar que, en este caso en particular, se plantea que la hibridación es producida por un virus, los cuales suelen ser utilizados como vectores de transferencia en técnicas de ingeniería genética para introducir ADN externo a células eucariotas. En esta narrativa también se abordan implicaciones sociales entre las que se destacan los dilemas morales que surgen de las opiniones divididas de aquellos que defienden o se oponen a los avances científicos, principalmente, los que se relacionan con la alteración de la vida.

**0902301**

- *“Los humanos han modificado organismos durante miles de años, mediante la selección artificial ellos han fortalecido rasgos útiles en las plantas y animales. Se volvieron buenos en ello, pero nunca entendieron cómo funcionaba realmente hasta que descubrieron el código de la vida: El ácido desoxirribonucleico ADN.*
- *“Esta era una compleja molécula que guía el crecimiento, desarrollo, función y reproducción de todo lo que está vivo. La información está codificada en la estructura de la molécula, se emparejan cuatro nucleótidos y crean un código que lleva las instrucciones. Si cambias las instrucciones cambiarás al ser que las lleva.”*
- *En los años 70, los científicos insertaron fragmentos de ADN en bacterias, plantas y animales para estudiarlos y modificarlos, por motivos de investigación, medicina, agricultura, y... Por diversión”*
- *“Yvette se quedó en silencio por un momento, ella siempre pensó que aunque estos avances eran una completa maravilla, los humanos desde siempre han sido tan hipócritas a la hora de lograr avances en la ciencia. Limitándose solo a experimentar en cualquier cosa viviente excepto en ellos por sus llamados “temas morales””.*
- *“Era un poema fino, con palabras que aunque no eran tan exuberantes reflejaban perfectamente el rencor que sentía aquella pequeña creación de pensar en el trato de sus dueños, el sentimiento de inferioridad que desde siempre ha sido impuesto a los híbridos de manera cruel, y el sentimiento de querer cambiar esa situación...”*

- “Con un arma poderosa como lo es CRISPR, pudimos ser capaces de terminar con esto, Más de 3000 enfermedades son causadas por una simple letra incorrecta en tu ADN, Ya construimos una versión modificada del Cas9 que está hecha para cambiar justo esa letra, arreglando la enfermedad en la célula. Ahora podemos curar miles de enfermedades para siempre”.
- *“Independientemente de tu visión personal sobre la ingeniería genética te va a afectar. Los humanos modificados pueden alterar el genoma de toda la especie, están modificados para pasar a los hijos y se podrá extender por generaciones, lentamente modificando toda la reserva de genes en la humanidad”.*
- *“Los primeros híbridos no fueron prediseñados, primero se eliminaron las enfermedades mortales heredadas en una familia. Cuando por fin este tipo de tecnología dejó de ser un problema ético por razones absurdas, se abrió una puerta que no pudo ser cerrada jamás...”*
- *“Conocemos que en la naturaleza hay animales que son inmunes al envejecimiento, tal vez podríamos pedir prestados sus genes para nosotros. Utilizaron los genes de la Turritopsis nutricula para combinarlas con las de un humano y de ahí con todo lo que ya he dicho pudo ser lograda mi existencia y por lo tanto la tuya también”*

Entre las narrativas escritas por los estudiantes, la anterior empleó una mayor cantidad de conceptos de genética y sus campos de aplicación. Se abordan el proceso de selección artificial que le permite al ser humano escoger rasgos deseados en diferentes especies de seres vivos, la molécula de ácido desoxirribonucleico (ADN) y su estructura compuesta por cuatro nucleótidos que llevan instrucciones para el funcionamiento de los organismos. De igual forma, se reconocen las mutaciones como alteraciones en la secuencia de nucleótidos que ocasionan ciertos tipos de enfermedades que pueden ser tratadas a través de la terapia génica gracias a la implementación de técnicas de edición como la CRISPR Cas 9, que permite cortar y pegar material genético con precisión en cualquier tipo de célula. También se menciona la herencia genética expresando que las modificaciones en la información genética se pueden transferir de padres a hijos. En esta narrativa se incluyen dilemas morales planteando que los avances en experimentación se han logrado gracias a la implementación de modelos animales y otros organismos, pero que la especie humana se ha mantenido al margen por consideraciones éticas. Un aspecto a destacar es que el proceso de hibridación se argumenta desde un fundamento científico, donde se integra

ADN de una especie de medusa biológicamente inmortal (*Turritopsis nutricula*) a la secuencia genética humana.

**0902302**

- *“Un científico quien no podía tener hijos con su esposa llevó a cabo un experimento de replicación de ADN con una señora que recién había tenido un parto. el científico llamado Robert había planeado esto mucho tiempo atrás y lo logró. Logró replicar un bebé recién nacido el cual salió perfecto, físicamente idéntico al original.”*
- *“Están hechas de la misma secuencia de ADN. Tú fuiste creada por mí a partir de mi hija, tú naciste de ella, él primer clon perfecto creado por el hombre”.*
- *“Tú sangre presenta los mismos rasgos que la de los infectados. Pero, por alguna razón eres inmune.”*
- *“Tú sangre no concuerda con la de Estefanía, tú no eres inmune. Tú si corres peligro si una de esas cosas te muerde. Nada de esto tiene sentido, la réplica salió perfectamente hace 16 años. Algo en el ADN de ella mutó y evolucionó durante todos estos años”.*
- *“Puedo sintetizar una vacuna, pero no aquí. Necesito todo un centro de investigación completo y creo saber dónde hay uno intacto. Debemos salir de aquí ¡AHORA!”*
- *“Si logro sintetizar una vacuna, necesitaré una seria cantidad de su sangre y no puede vivir, su sangre podría ser un gran avance para la ciencia y al mismo tiempo podría traer la aniquilación a toda la raza humana. Ella no puede vivir. Algo salido mal en la clonación y no logro identificarlo”.*
- *“Fui yo quien causó todo esto. Unas semanas antes de que esto empezara llevé a cabo un experimento con animales, quería encontrar una forma de evolucionar a nuestra especie y que sobreviviera a enfermedades mortales, estuve muy cerca. Pero algo salió mal”.*
- *“Los animales enloquecieron días después, tuve que poner el hospital en cuarentena, pensé que así evitaría que los animales salieran pero me equivoqué, perdóname hija, lo siento, lo hice por el bien de nosotros, de todos”.*
- *“Yo siendo tu guardaría mis últimas fuerzas, será cuestión de tiempo para que todo tu cuerpo deje de funcionar por falta de oxígeno en la sangre, adiós “hermanita””.* -

La autora de los fragmentos mencionados explica el concepto de clonación como un proceso que requiere del ADN del individuo a clorar y que la apariencia física es idéntica

debido a que esta corresponde a la expresión de los genes. Se observa el manejo de otros conceptos de la biología como es la creación de vacunas, que en este caso en particular, se pretende emplear para revertir el proceso de zombificación ocasionado por un virus; la síntesis de dicha vacuna requiere muestras de sangre de una persona inmune al mismo. De igual modo, se tiene en cuenta que el oxígeno es transportado por la sangre, en consecuencia, cuando una persona pierde grandes cantidades de sangre fallece por falta de oxigenación. Adicionalmente, se consideran las posibles consecuencias negativas de los avances científicos y tecnológicos cuando se utilizan de manera inadecuada o descontrolada.

**0902401**

- *“Tuvimos que intercambiar varios órganos de su cuerpo por unos mecánicos. Era imposible regenerarlos después de lo que ocurrió. Su brazo izquierdo y parte del abdomen ahora son mecánicos”.*
- *“Sufrió daños muy graves, daños que no pudieron regenerarse por sí mismos. Esto es muy difícil que pase, desde el 2029 somos modificados genéticamente así que es muy difícil que nos enfermemos y cuando un órgano o cierta parte del cuerpo es dañada se regenera aproximadamente a las 24 horas”.*
- *“No es miedo, es estrategia. Ustedes recuperan sus heridas rápido, probablemente nuestras heridas ni siquiera sanarán”*
- *“Bueno... mi brazo izquierdo se descompuso, creo que los golpes que recibí hizo que no se conectara con las neuronas ¿descansamos un rato?”*
- *“El término traficante lo invento el gobierno para generar terror, es solo un estúpido nombre sin sentido, cuando escuchas la palabra traficante lo que supongo que debes pensar es en una persona despreciable, un criminal, alguien que si muere le haría un favor a la sociedad ¿me equivoco?”*
- *“Es solo que el gobierno nos quiere muertos, te preguntaras ¿por qué? La verdad es que no hemos hecho nada malo, de hecho, todas las cargas que transportábamos de un puerto a otro era solo comida, comida para nuestras familias y nuestros hijos, en realidad no hemos hecho nada malo, solo nos defendemos porque ustedes atacan”.*
- *“En el 2019 unas gemelas de china nacieron con el ADN modificado, lo hicieron para que las niñas no nacieran con sida, ya que el padre de las niñas lo tenía, en ese año*

*fue donde inicio todo. Ya para el 2029 casi todos los que nacían tenían el ADN modificado, al principio se usó para que fueran inmunes a las enfermedades, lo cual es bueno. Para finales de la década del 2030 los humanos empezaron con su curiosidad. Imagina para ese tiempo, era nuevo ver como tú mismo podías elegir el género de tu hijo, color de piel, color de ojos, la forma del rostro, todo. Así que era una maravilla para ese tiempo. No sólo eso sino que como eran modificados también eran casi invencibles, recibían un disparo y en menos de 24 horas ya estabas como nuevo, tu cuerpo hacia todo eso solo”.*

– *“Si, de seguro ya lo sabes, lo que no sabes es que el ser humano hizo de las suyas, aprovechando que eran modificados desde que eran un embrión ¿porque no introducirles chips para poder controlarlos y que reciban ordenes sin negar? Imagina que el gobierno es el pastor y el resto de la población son las ovejas, esplendido ¿no?”*

– *“Obviamente a una cierta población no le gustaba ser modificados genéticamente, así que no hacían nada y nacían normalmente, sin nada, sin hacerse nada de nada. Esto obviamente trajo desventajas, no éramos como los modificados, moríamos fácilmente, nos enfermábamos, no se nos regeneraban ciertas partes del cuerpo. Y eso fuera sido normal, pero el gobierno se sintió abrumado saber que hay una cierta población que no se puede manipular. Así que ¿sabes que hizo el gobierno? Nos asesinaban uno por uno”.*

En los fragmentos de la historia mostrados anteriormente, los personajes principales son humanos genéticamente modificados para no padecer enfermedades y poder regenerar tejidos rápidamente. Por lo tanto, se habla de la posibilidad de poder perfeccionar genéticamente a los individuos antes de su concepción (eugenesia) y escoger características como el color de piel o el color de los ojos. También se explican otros conceptos asociados a la biología como sustituir órganos por partes mecánicas que se controlan gracias a los impulsos nerviosos que son captados por la prótesis cibernética. En este texto se hace un especial énfasis en las implicaciones sociales de los avances tecnológicos y científicos, debido a que aquellos sólo benefician a algunos cuantos, ya que el acceso a los mismos está ligado a la distribución de riqueza y poder.

**0902402**

- *“El meteorito al caer, no solo afecto a Europa, también afecto a América, BORO antes de su llega fue alabado como un dios por las poblaciones indígenas y poco avanzadas. El meteorito trajo consigo aparte de muchas muertes, mutaciones, debido a la gran radiación cósmica emanada de él que cambio genéticamente a los animales, si es que estos no morían al instante debido a que la radiación tiene la capacidad de destruir el ADN desde sus células, hacer que el ser vivo no funcione nunca de la misma forma o la capacidad de regenerar sus células para curarse. Hubo muerte, donde hubo miles de bajas al no soportar esto, con el pasar de los años, décadas y un par de siglos, esta exposición a la radiación cósmica, les obligó a adaptarse y comer de animales muertos o personas ya fallecidas, estos cadáveres que habían sido alterados genéticamente por BORO también se infectaron de un virus que al invadir al huésped cargaba con la información genética alterada por la radiación cósmica, un virus que perduró por a través de los siglos, que el hombre tuvo que tener una adaptación forzada debido a su entorno, donde ya habían animales mutados esto alterando la cadena alimenticia poniéndolos a ellos en uno de los más bajos escalones de su entorno, lo cual, con el pasar del tiempo hizo que comenzaran a tener ciertas características, algunos que caminaban por el mar pudieron salir a la superficie, otros del suelo volar, esto siendo algo sin duda alguna fascinante científicamente hablando, pero también es extremadamente peligroso debido a que la cadena alimenticia se vería algo alterada, este es uno de los más grandes descubrimientos porque no en todos los casos los animales sobreviven y con el pasar de los años, tormentosos para las tribus que vivían en América que aparte de sufrir bajas por el meteorito, fueron atacados por estos animales mutados que los asesinaban en cada encuentro con ellos, pero el hombre siempre se ha caracterizado por la evolución dependiendo de su entorno, este también mutó con el pasar de los años, lenta pero constantemente, obtuvo características algo raras, que los hicieron más hábiles, más altos, a algunos más rápidos, más fuertes, que su capacidad pulmonar fuera sobrehumana al igual que sus demás habilidades y conforme pasaban las generaciones y evolucionaban lentamente, las mutaciones también”.*
- *“Tranquilo pobre y fascinante criatura, solo queremos experimentar contigo un poco, te llevare con K.I.R.A., nuestro líder y la inteligencia artificial (IA) más grande”.*

- *“Viendo a los demás robots que estaban por ir a tratar de separar al mutante de su amigo el robot, sin hacerle daño debido que a diferencia de su jefe C.O.R ellos aún tenían en su programación las 3 leyes de la robótica”.*
- *“Su sangre azul es debido a el ADN de estos moluscos que tienen un pequeño pigmento en la sangre llamado hemocianina que es una proteína que en vez de asociarse al hierro como usualmente, este se asocia a el cobre, metal que al oxidarse adquiere una tonalidad azulada, este cobre se encuentra en zonas como nuestro hígado, corazón, cerebro y riñones”.*
- *“Mareado y aturdido vio hacia sus lados recuperando la vista lentamente aterrándose de los crueles experimentos o los fallos de alguna clase de experimento, viendo hacia sus lados varios especímenes de intentos de replicar lo que la radiación cósmica le había hecho a los humanos; o dicho de una forma simplista clonación de los seres vivos mutados o más bien fallos de este proceso de clonación de mutantes a pesar de los avances, no es tan sencillo como el de animales normales sin mutar, debido a esto los mutantes son difíciles de replicar, ya que su estructura o ADN tiene una manera inusual, entonces estos avances tecnológicos eran que K.I.R.A obtenga las habilidades mutantes adquiriendo más poder”*

Desde el género de ciencia ficción, el tiempo en que se desarrolla la narrativa es una Ucronía, donde los europeos guiados por Colón no llegaron a América debido a que el meteorito BORO impactó contra la Tierra. Entre los conceptos de genética que se abordaron se reconoce que la radiación es un agente mutágeno que puede alterar la información genética de los organismos vivos, estas mutaciones se acumulan a través del tiempo y pueden transformar las características de los individuos haciéndolos más aptos para sobrevivir a los cambios en el entorno, lo que les permite evolucionar. Esto último es importante, puesto que se comprende que las mutaciones no siempre son perjudiciales y son necesarias para que ocurra el proceso evolutivo. En la historia se evidencia el uso adecuado de otros conceptos propios de las ciencias naturales como lo son la inteligencia artificial, la robótica y las tres leyes de la robótica, que fueron descritas por el escritor estadounidense de ciencia ficción Isaac Asimov en su relato "Círculo vicioso" (1942). En el escrito sobresale la explicación fundamentada científicamente de uno de los fenómenos observados en los mutantes, su sangre azul. Se argumenta que los mutantes tienen genes de ADN de una especie de moluscos que poseen un pigmento sanguíneo denominado hemocianina, en el que se sustituye el hierro, presente en la sangre humana, por el cobre;

que al oxidarse presenta una coloración azul. Finalmente, se manifiestan los alcances y limitaciones de las técnicas de ingeniería genética, en el caso de la clonación se tiene en cuenta que su aplicación no siempre es exitosa ya que requiere de varios intentos para poder lograrse y muchas veces se presentan fallas en la reprogramación celular que permite la formación del embrión.

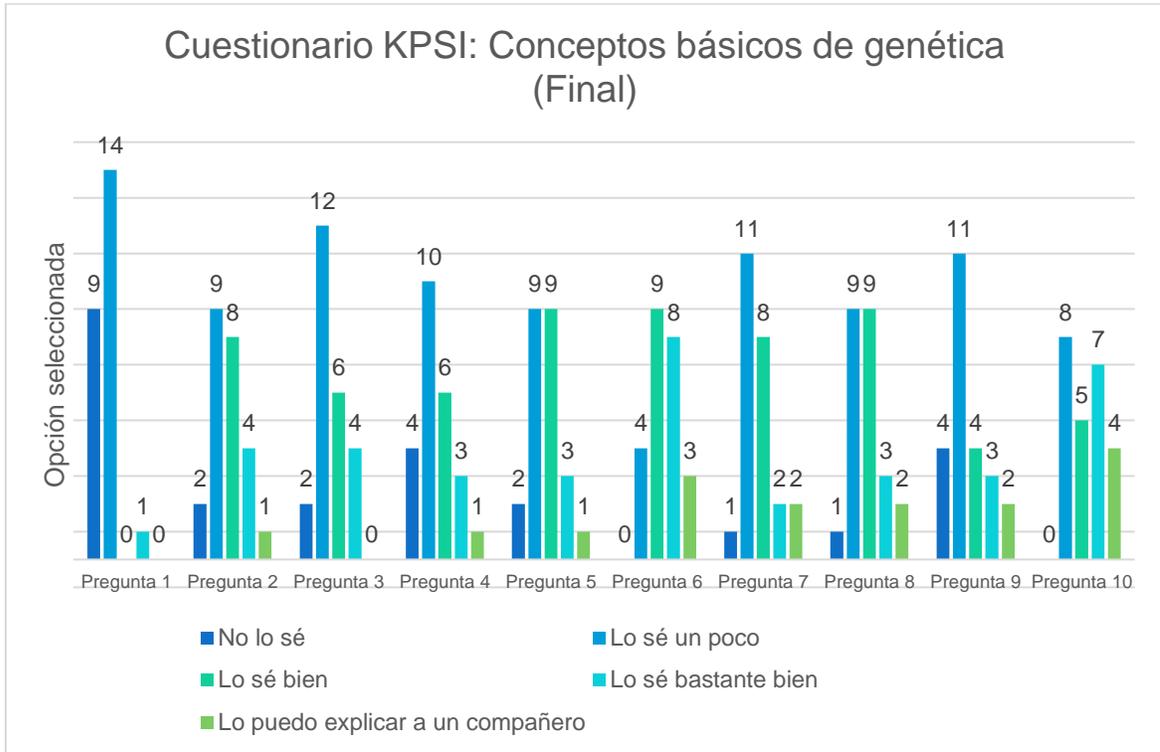
Como se expresó en los párrafos anteriores, las narrativas de ciencia ficción escritas por los estudiantes permitieron evidenciar la apropiación de conceptos de genética que se demuestra en el uso adecuado de la terminología y el rigor científico que se empleó en algunos casos para fundamentar los fenómenos planteados en el argumento de las historias. Cabe anotar que, a pesar de los conceptos en común como clonación, organismo genéticamente modificado e híbrido, cada uno de los estudiantes construyó la narrativa teniendo en cuenta sus intereses particulares, lo que favorece la disposición y la motivación frente al aprendizaje puesto que se otorga cierto grado de libertad en la manera en la que se expresa el conocimiento. Después de implementar la secuencia didáctica en estudiantes del grado noveno de básica secundaria, se está de acuerdo con lo planteado por Cortés y Parga (2015), la escritura de narrativas de ciencia ficción fortalecen las competencias científicas, la expresión escrita, la imaginación y la creatividad.

Para finalizar la implementación de la secuencia didáctica se aplica el mismo cuestionario KPSI diligenciado en la fase exploratoria. El propósito de este cuestionario de autorregulación de los aprendizajes de los estudiantes es contrastar las respuestas iniciales y finales del grupo 9°B y de la muestra para evaluar la incidencia de la secuencia didáctica propuesta, con ello, se pueden establecer los avances en el aprendizaje de conceptos de genética. Estos son los datos recopilados:

Opción seleccionada	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6	Pregunta 7	Pregunta 8	Pregunta 9	Pregunta 10
No lo sé	9	2	2	4	2	0	1	1	4	0
Lo sé un poco	14	9	12	10	9	4	11	9	11	8
Lo sé bien	0	8	6	6	9	9	8	9	4	5
Lo sé bastante bien	1	4	4	3	3	8	2	3	3	7
Lo puedo explicar a un compañero	0	1	0	1	1	3	2	2	2	4

TOTAL	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
-------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

**Figura 9.** Resultados del cuestionario KPSI (final) aplicado a los estudiantes del grado 9°B de la IEADM. Cada color representa la escala de conocimiento según la pregunta y las barras representan el número de estudiantes que seleccionaron cada opción de respuesta



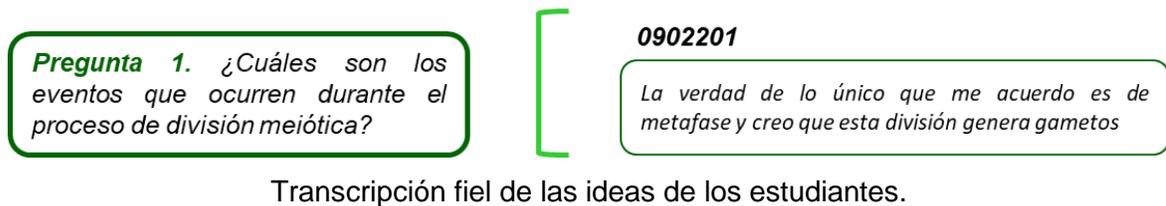
Al realizar una comparación entre los resultados iniciales y finales del cuestionario KPSI, se evidencia que varios de los estudiantes sienten que progresaron en sus aprendizajes durante el desarrollo de la secuencia didáctica. Sin embargo, en la pregunta 1 relacionada con los sucesos de la meiosis que conducen a la variabilidad genética todavía hay dudas, 9 estudiantes contestaron que no saben cuáles son estos sucesos; algo similar ocurre con la pregunta 10 donde 8 estudiantes respondieron que no saben cómo se identifica a un criminal mediante una muestra de ADN. Estos son conceptos a reforzar más adelante. En las preguntas 1 a 9, la mayoría de los estudiantes se ubican en las opciones “lo sé un poco” y “lo sé”, lo que significa que los estudiantes creen que sí aprendieron, pero sólo lo más básico, aún tienen vacíos o inseguridades sobre estos conceptos de genética. Vale la pena resaltar que el cuestionario KPSI inicial sólo un estudiante se creía capaz de explicarle a un compañero cómo ocurren las mutaciones. En contraste, en el cuestionario final el

número de estudiantes que saben explicar a sus compañeros conceptos de genética es mayor.

Tres meses después de la aplicación del cuestionario KPSI final, se solicita a los estudiantes de la muestra resolver las mismas preguntas, esta vez de manera abierta, así se puede verificar si los aprendizajes sobre conceptos básicos de genética se fijaron o no, esto de acuerdo con lo propuesto por Íñiguez y Puigcerver (2013) y Leal (2007) en sus investigaciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de la genética. A continuación, se recopilan las respuestas obtenidas, en algunos casos los estudiantes no respondieron debido a que no conocían la respuesta a la pregunta, por consiguiente, no se incluyeron en estos resultados.

Luego de recopilar las respuestas al cuestionario aplicado a la muestra, se puede evidenciar que aún hay vacíos en los conceptos asociados al proceso de meiosis, por medio del cual, se crean las células reproductoras o gametos que presentan variabilidad genética. Sólo uno de los integrantes de la muestra, quien presentó desempeño bajo en el primer semestre académico (0902201), respondió a la pregunta reconociendo la meiosis como un proceso de división que ocurre en fases entre las que se encuentra la metafase, y que su finalidad es la producción de gametos. Retomando los aportes de Bugallo-Rodríguez (1995), los estudiantes de secundaria presentan dificultades para establecer diferencias entre los procesos de mitosis y meiosis, tampoco relacionan la meiosis con la fecundación, en consecuencia, es posible que los estudiantes no reconozcan la importancia del proceso de división meiótica como el mecanismo necesario para producir gametos que contienen las informaciones genéticas que se transmiten a las siguientes generaciones y que determinan las características físicas de las personas. Entonces, es necesario profundizar en este proceso con grupos futuros para que haya mayor claridad en la relación que tiene con las diferencias en la apariencia física entre un conjunto de hermanos (**ver figura 10**).

**Figura 10.** Evidencia de respuesta a la pregunta 1 realizada en el cuestionario abierto



En la pregunta 2 sobre el propósito de la genética, se observa que tres de los integrantes de la muestra comprenden que tiene que ver con la herencia de la información genética y que los genes son los encargados de atribuir ciertas características a los individuos, dos respondieron de acuerdo con la función biológica del ADN y su uso en la identificación de individuos, y uno no supo responder (**ver figura 11**). La pregunta 3 requiere comprender la composición y estructura del ADN, en este caso uno de los integrantes de la muestra indica los nombres de las cuatro bases nitrogenadas que constituyen el ADN: citocina, adenina, guanina y timina, tres integrantes nombran que el ADN está constituido por cromosomas, lo cual es erróneo, los cromosomas son estructuras que se forman cuando el ADN se condensa gracias a proteínas que lo mantienen empaquetado y que facilitan la distribución del material genético a las células hijas durante los procesos de división celular (mitosis y meiosis). A su vez, los cromosomas están constituidos por genes, secuencias de ADN que producen proteínas que determinan el funcionamiento celular y las características de los individuos que se transmiten a la descendencia. Un integrante explica el significado de la sigla ADN: “ácido desoxirribonucleico” y uno de ellos no responde. Lo que se esperaba es que los estudiantes identificaran la existencia de cuatro bases nitrogenadas que conforman secuencias de nucleótidos que contienen las informaciones para producir las proteínas necesarias para el desarrollo y funcionamiento de los individuos (**ver figura 12**).

**Figura 11.** Evidencia de respuesta a la pregunta 2 realizada en el cuestionario abierto

**Pregunta 2.** ¿Cuál es el propósito de la genética?

**0902202**  
*Yo creo que la genética se trata de cosas hereditarias*

**0902301**  
*La genética funciona como un código de programación y se le puede llamar código de vida y sirve para organizar el propósito de las células*

**0902302**  
*Creo que es saber los genes de cada individuo, saber cómo va a ser*

**0902401**  
*El propósito de la genética es estudiar la herencia y sus bases*

**0902402**  
*La genética tiene como una finalidad la herencia a los progenitores mediante unas características específicas que forman al ser en su totalidad*

Transcripción fiel de las ideas de los estudiantes.

**Figura 12.** Evidencia de respuesta a la pregunta 3 realizada en el cuestionario abierto

**Pregunta 3.** ¿Cómo está constituido el ADN?

**0902201**  
*Está compuesto por citocina, adenina y guanina. Ah, y timina*

**0902202**  
*Yo creería que está constituido por cromosomas*

**0902301**  
*Ribosomas, cromosomas y su nombre completo es ácido desoxirribonucleico*

**0902302**  
*El ADN está constituido por nuestros genes y van acompañados por el ADN*

**0902402**  
*Está constituido por una serie de cromosomas y vitaminas hasta donde recuerdo, donde estos adquieren un patrón específico*

Transcripción fiel de las ideas de los estudiantes.

En la pregunta 4 se cuestiona por qué todas las células del cuerpo no poseen la misma información genética, esta pregunta está relacionada con pregunta 1, y la muestra respondió de manera incorrecta. Lo más probable es que al tener vacíos en los procesos de mitosis y meiosis también se les dificulte comprender que todos los gametos poseen información genética diferente. Las células somáticas se dividen por mitosis y contienen la misma información genética, por su parte, los gametos presentan variabilidad debido al intercambio de información genética que ocurre durante el crossing-over de la profase I de la meiosis. Desde hace cuatro décadas Finley, Stewart y Yaroch (1982), ya habían determinado que los procesos de división celular son temas importantes en la enseñanza de la genética, pero son de difícil comprensión, por eso, es necesario comprender la interacción de la función cognitiva de los estudiantes con el contenido científico del curso (ver figura 13).

**Figura 13.** Evidencia de respuesta a la pregunta 4 realizada en el cuestionario abierto

**Pregunta 4.** ¿Por qué todas las células del cuerpo NO tienen la misma información genética?

**0902201**  
Porque están conformadas de diferente información genética ya que tenemos genética tanto de la madre y del padre

**0902202**  
Porque algunos son homocigotos y heterocigotos

**0902301**  
El código genético es bastante largo y variado este divide cada función a cada célula así sus funciones son diferentes

**0902302**  
Creo que es porque cada gen tiene una función diferente

**0902401**  
No tenía entendido que las células no tenían la misma información tenía entendido todo lo contrario

**0902402**  
Porque no todas las partes de nuestro cuerpos son iguales, cada una tiene características que las hacen distintas e irrepetibles para ser conformados por varias cosas

Transcripción fiel de las ideas de los estudiantes.

La relación del ADN con la herencia corresponde a la pregunta 5, cinco de los integrantes de la muestra relatan que los genes contienen la información que se transmite de los progenitores a los descendientes ya sean características físicas o enfermedades genéticas, sólo uno de ellos respondió estaba que se debía a que tenían la misma sangre de sus padres. Con base en estas respuestas se establece que los estudiantes han entendido que el ADN es la molécula de la herencia y que éste es el encargado de transmitir rasgos o enfermedades de padres a hijos y que esta información puede permanecer “oculta” durante generaciones (**ver figura 14**). Continuando con el análisis de la pregunta 6, todos los integrantes de la muestra tienen claro que los padres heredan los genes a sus hijos, por este motivo, los descendientes tienen rasgos compartidos con ambos progenitores (**ver figura 15**). Partiendo del hecho que los estudiantes están familiarizados con las secuencias de ADN, se indaga por qué ocurren las mutaciones, tres de los integrantes de la muestra hacen referencia a alteraciones, cambios o fallos en la información genética, dos de ellos responden de manera equivocada y uno de ellos decide no responder. En la fase de exploración los estudiantes mostraron habilidad para resolver ejercicios de replicación, transcripción y traducción de la información genética, sin embargo, hay que seguir profundizando en el concepto de mutación, haciendo énfasis en que ésta ocurre por cambios en la secuencia de nucleótidos que pueden producir proteínas anómalas o diferentes que se manifiestan en el fenotipo de los individuos (**ver figura 16**).

**Figura 14.** Evidencia de respuesta a la pregunta 5 realizada en el cuestionario abierto

**Pregunta 5.** ¿Cuál es la relación del ADN con la herencia?

**0902201**

*Los genes, por medio de esto se tiene la herencia genética*

**0902202**

*Creo que sería porque tienen la misma sangre de su padre o madre*

**0902301**

*Al combinarse ambos ADNs estos se fusionan creando uno nuevo a partir del que ya se tiene*

**0902302**

*Mediante nuestro ADN podemos heredar enfermedades de nuestros familiares*

**0902401**

*La forma en que se relacionan es que yo heredo los ADN de mis padres*

**0902402**

*El ADN son las características de todos, color de los ojos, pelo, tamaño, entre otras cosas tipo de sangre. Y estas son las características que hereda el progenitor, ya que si no hubiera no habría nada que heredar, sería nada a igual que nosotros*

Transcripción fiel de las ideas de los estudiantes.

**Figura 15.** Evidencia de respuesta a la pregunta 6 realizada en el cuestionario abierto

**Pregunta 6.** ¿Por qué los hijos suelen parecerse físicamente a sus padres?

**0902201**  
*Por los genes que le heredamos*

**0902202**  
*Creo que sería por forma del ADN y la genética*

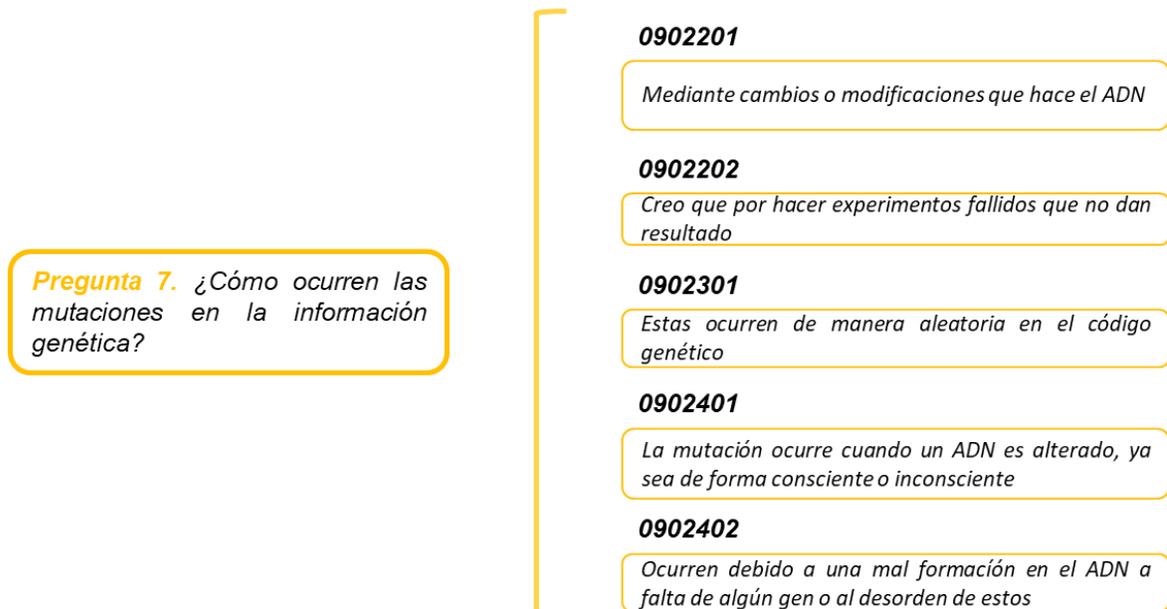
**0902301**  
*Al ser un ADN formado gracias a la información de otros terminará pareciéndose*

**0902302**  
*Porque mediante el gen dominante herede nuestros rasgos, si mi mamá es gen dominante salgo con rasgos a ella*

**0902401**  
*Como dije anteriormente, es gracias al ADN que heredamos de nuestros progenitores*

**0902402**  
*Porque son características heredadas por parte de ambos progenitores o inclusive familiares, ya que para que uno nazca se dividen los cromosomas equitativamente para formar 24 cromosomas creo*

Transcripción fiel de las ideas de los estudiantes.

**Figura 16.** Evidencia de respuesta a la pregunta 7 realizada en el cuestionario abierto

Sólo tres estudiantes responden la pregunta 8 sobre la utilidad del ADN, se mencionan aspectos interesantes como la modificación de organismos y la creación de organismos a partir de las informaciones que contiene. Estas respuestas llevan a identificar que, algunos estudiantes están familiarizados con los usos o funciones del ADN (**ver figura 17**). Un concepto importante a considerar en la narrativa de ciencia ficción es el de “organismo genéticamente modificado” (OGM), por esto, en la pregunta 9 se cuestiona qué es. Cinco de las respuestas son acertadas, expresando que los OGM son organismos que han sido manipulados y poseen información genética de diferentes individuos o especies, un integrante responde de forma errónea haciendo referencia a vacunas y medicamentos. Este concepto se abordó a partir de la película “Splice: Experimento mortal”, esto sugiere que utilizar recursos de ciencia ficción contribuye a afianzar algunos conceptos complejos de las ciencias. En concordancia, se cita a Petit y Solbes (2012), quienes plantean que el uso de la ciencia ficción es una estrategia didáctica que enriquece la enseñanza de las ciencias y puede contribuir a la apropiación de conceptos complejos o abstractos (**ver figura 18**).

**Figura 17.** Evidencia de respuesta a la pregunta 8 realizada en el cuestionario abierto

**Pregunta 8.** ¿Cuál es la utilidad del ADN?

**0902201**  
*Modificación de organismos*

**0902301**  
*Es para formar organismos de la manera más correcta y ordenada posible*

**0902402**  
*El ADN es como así decirlo los cimientos o los planos sobre los que luego se construye algo*

Transcripción fiel de las ideas de los estudiantes.

**Figura 18.** Evidencia de respuesta a la pregunta 9 realizada en el cuestionario abierto

**Pregunta 9.** ¿Qué es un organismo genéticamente modificado?

**0902201**  
*Un gen aleatorio por la ciencia*

**0902202**  
*No estoy seguro pero creo que sería poner ADN de otro tipo de persona a otra persona*

**0902301**  
*Este pueden ser las vacunas, medicamentos, tratamientos, pesticidas*

**0902302**  
*Creo que es cuando le integran otras cosas al ADN y tratan de mejorarlo o cambiarlo*

**0902401**  
*Son los organismos a los cuales el ADN es alterado*

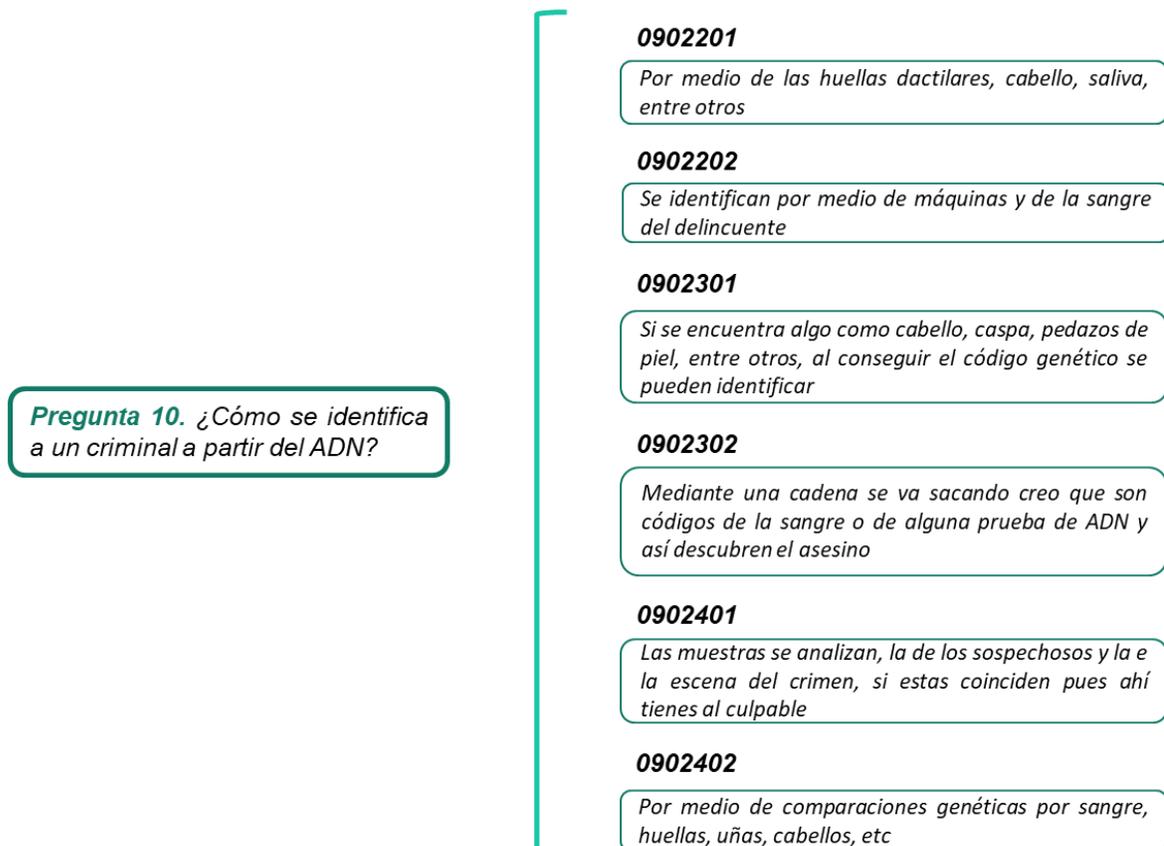
**0902402**  
*Un organismo genéticamente modificado es aquel que fue manipulado de alguna forma, para ser más resistente, más bello a vista, atractivo, entre otros. Pero que originalmente no eran así*

Transcripción fiel de las ideas de los estudiantes.

Finalizando el cuestionario, se quiere conocer si la muestra comprende que el ADN se encuentra en todas las células de los individuos y puede ser utilizado para la identificación de los mismos, todos los integrantes de la muestra relacionan diferentes estructuras

corporales que poseen información genética que permite identificar a un criminal, sin embargo, dos de ellos mencionan el uso de huellas dactilares, pero estas no tienen un componente genético. Esto puede deberse a que los estudiantes tienen algunas ideas preestablecidas y arraigadas debido a programas de televisión o películas relacionados con ciencias forenses o criminalística, donde la huella dactilar es uno de los recursos más utilizados para la identificación de personas (**ver figura 19**).

**Figura 19.** Evidencia de respuesta a la pregunta 10 realizada en el cuestionario abierto



Transcripción fiel de las ideas de los estudiantes.

## 4.5 Hallazgos de las categorías de análisis

Una vez revisados los resultados obtenidos en la presente investigación, se selecciona la información más relevante que fue consignada en el diario de campo de la docente con relación a las categorías de análisis propuestas. En la tabla que se expone a continuación se muestran los principales hallazgos (**ver tabla 7**):

**Tabla 7.** Principales hallazgos de acuerdo con las categorías de análisis propuestas

	<b>Categoría</b>	<b>Comportamiento observado</b>
	Dominio de los conceptos básicos de genética	<p>Explican la forma como se transmite la información genética de padres a hijos.</p> <p>Relacionan las características fenotípicas con el conjunto de genes que posee un individuo (genotipo).</p> <p>Reconocen los conceptos de herencia, clon, híbrido, organismo genéticamente modificado.</p> <p>Identifican que las mutaciones pueden ser benéficas o perjudiciales y que son necesarias para la evolución de las especies.</p>
<b>Aprendizajes de los estudiantes</b>	Uso comprensivo de conceptos de genética en una narrativa de ciencia ficción	<p>Escriben narrativas de ciencia ficción utilizando conceptos básicos de genética como gen, clon, híbrido y organismo genéticamente modificado.</p> <p>Comprenden que el fenotipo es la expresión del genotipo aplicando este concepto en las narrativas de ciencia ficción.</p> <p>Asumen una postura crítica sobre las implicaciones de la manipulación genética y la dan a conocer en una narrativa de ciencia ficción.</p> <p>Usan adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias.</p>
	Cambios actitudinales	<p>Autoevalúan sus conocimientos en genética identificando dificultades y fortalezas.</p> <p>Muestran interés por el conocimiento científico.</p> <p>Valoran la escritura de narrativas de ciencia ficción como una herramienta de divulgación científica.</p> <p>Reflexionan sobre las implicaciones sociales que puede tener el uso de algunas técnicas de ingeniería genética aplicadas al ser humano.</p>

Los resultados mencionados en la tabla dan cuenta de los principales aprendizajes evidenciados en los estudiantes, quienes son capaces de explicar la manera en la que se transmiten los caracteres hereditarios de una generación a la siguiente, asociando el concepto de fenotipo a la apariencia y el genotipo al conjunto de genes que poseen los individuos. De igual forma, se ha podido determinar que los estudiantes dominan conceptos básicos de la genética como son herencia, clon, híbrido y organismo genéticamente modificado, reconociendo que las alteraciones en el material genético o mutaciones son necesarias para impulsar el proceso evolutivo. Los conceptos anteriores fueron utilizados de manera adecuada y comprensiva en la escritura de las narrativas de ciencia ficción analizadas, adicionalmente, se observa una postura crítica de los estudiantes frente a las posibles consecuencias de la manipulación genética. En lo que respecta a los cambios actitudinales, los estudiantes reconocen sus fortalezas y debilidades en conceptos de genética, valoran la importancia del género de ciencia ficción para la divulgación científica y reflexionan sobre el uso de algunas técnicas de ingeniería genética en los humanos.

## 4.6 Cuestionario de emociones académicas

Retomando lo expuesto en el planteamiento del problema sobre el impacto que tiene el uso de metodologías monótonas sobre las emociones de los estudiantes y las necesidad de desarrollar estrategias que despierten su interés por aprender, se realiza un cuestionario de autoinforme en el que se consideran 10 emociones académicas que se tomaron del trabajo de Ochoa et al. (2019): 5 positivas (alegría, confianza, satisfacción, entusiasmo y diversión) y 5 negativas (preocupación, frustración, incertidumbre, nerviosismo y aburrimiento). La intensidad con la que se experimentaron las emociones se autoinforma con una escala de Likert: 1) No experimentada, 2) Poco experimentada, 3) Moderadamente experimentada, 4) Experimentada, 5) Intensamente experimentada; con éste se comparan las emociones experimentadas durante las clases magistrales y durante el desarrollo de la secuencia didáctica (**ver Anexo D**). Para ello, se emplearon 6 criterios simples:

<b>Criterio</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	<i>Durante la explicación de los contenidos de manera magistral.</i>
<b>2</b>	<i>Durante el desarrollo de talleres.</i>

3	<i>Durante los cuestionarios evaluativos convencionales.</i>
4	<i>Mientras se abordaron los contenidos de genética por medio de trailers y fragmentos de película de ciencia ficción.</i>
5	<i>Mientras resolvías las bitácoras teniendo en cuenta los conceptos vistos en las clases.</i>
6	<i>Mientras escribiste la narrativa de ciencia ficción empleando conceptos de genética.</i>

Las respuestas aportadas por los 24 estudiantes del grupo 9ºB sobre las emociones académicas se recopilaron y sintetizaron en la **tabla 8**, que se presenta a continuación:

**Tabla 8.** Intensidad de las emociones experimentadas por los estudiantes de acuerdo con el autoinforme

Emoción	Intensidad	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Criterio 5	Criterio 6
Alegria	1) No experimentada	4	7	9	0	4	2
	2) Poco experimentada	6	4	9	1	4	3
	3) Moderadamente experimentada	8	8	4	2	10	3
	4) Experimentada	6	4	2	7	6	5
	5) Intensamente experimentada	0	1	0	14	0	11
Preocupación	1) No experimentada	6	0	1	15	2	4
	2) Poco experimentada	7	4	3	5	8	7
	3) Moderadamente experimentada	5	3	2	2	5	4
	4) Experimentada	4	11	9	2	6	5
	5) Intensamente experimentada	2	6	9	0	3	4
Confianza	1) No experimentada	2	6	1	0	2	2
	2) Poco experimentada	4	10	9	2	1	1
	3) Moderadamente experimentada	5	4	9	5	8	7
	4) Experimentada	12	3	2	10	9	7
	5) Intensamente experimentada	1	1	3	7	4	7
Frustración	1) No experimentada	7	2	0	12	6	8
	2) Poco experimentada	3	3	8	9	4	4
	3) Moderadamente experimentada	6	8	3	2	3	2
	4) Experimentada	5	4	7	1	10	4
	5) Intensamente experimentada	3	7	6	0	1	6
Satisfacción	1) No experimentada	2	2	6	0	1	0
	2) Poco experimentada	4	9	8	0	5	2
	3) Moderadamente experimentada	10	10	4	3	4	6
	4) Experimentada	4	2	2	10	9	5
	5) Intensamente experimentada	4	1	4	11	5	11

Incertidumbre	1) No experimentada	6	2	6	7	3	5
	2) Poco experimentada	10	3	3	5	9	7
	3) Moderadamente experimentada	3	5	4	4	5	5
	4) Experimentada	4	10	6	4	4	4
	5) Intensamente experimentada	1	4	5	4	3	3
Entusiasmo	1) No experimentada	1	5	7	2	2	1
	2) Poco experimentada	4	10	8	1	6	4
	3) Moderadamente experimentada	10	3	7	3	11	4
	4) Experimentada	9	6	2	10	4	7
	5) Intensamente experimentada	0	0	0	8	1	8
Nerviosismo	1) No experimentada	8	3	1	12	3	5
	2) Poco experimentada	8	4	2	6	8	6
	3) Moderadamente experimentada	3	8	3	3	2	5
	4) Experimentada	4	7	8	2	8	4
	5) Intensamente experimentada	1	2	10	1	3	4
Diversión	1) No experimentada	3	11	7	0	1	1
	2) Poco experimentada	6	3	12	2	7	4
	3) Moderadamente experimentada	9	6	4	4	8	6
	4) Experimentada	4	3	1	7	7	6
	5) Intensamente experimentada	2	1	0	11	1	7
Aburrimiento	1) No experimentada	5	3	6	14	8	11
	2) Poco experimentada	9	8	11	8	9	8
	3) Moderadamente experimentada	3	9	4	1	4	3
	4) Experimentada	5	3	2	1	2	1
	5) Intensamente experimentada	2	1	1	0	1	1

El 58.3% de los estudiantes experimentaron una alegría intensa cuando los conceptos de genética se abordaron a partir de trailers y fragmentos de películas de ciencia ficción. En contraste, el 33.3% de los estudiantes experimentaron alegría de forma moderada. Conforme a los hallazgos, se puede decir que los estudiantes sienten mayor alegría cuando se enseña con estrategias innovadoras que tengan en cuenta sus intereses. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Ochoa et al. (2019), que afirman que los estudiantes se sienten más alegres ante actividades prácticas que ante métodos tradicionales de enseñanza. Cuando se solicita a los estudiantes autoinformar sobre la emoción de preocupación para cada uno de los criterios propuestos, un 16.6% manifestó haber experimentado preocupación intensamente en el momento de enfrentarse a la escritura de la narrativa de ciencia ficción y un 37.5% dijo haberla experimentado al ser evaluados mediante cuestionarios. Esto denota más preocupación cuando se evalúa mediante métodos tradicionales en relación a las estrategias propuestas en la secuencia didáctica implementada.

La confianza se experimentó en una intensidad similar donde un 50% de los estudiantes manifiesta que se siente confiado cuando se le enseña mediante explicaciones tradicionales, mientras que un 41.6% lo hace cuando se le enseña a través del género de ciencia ficción. Entonces, podría pensarse que los estudiantes se adaptan a los diversos métodos explicativos utilizados por los profesores, confiando en que cualquiera de ellos les permitirá alcanzar los aprendizajes esperados. La frustración es una emoción que se denota cuando se solicita desarrollar talleres, siendo experimentada por el 41.6% de los estudiantes, comparado con el 16.6% que la experimentó cuando se le propuso resolver bitácoras. Cabe destacar que la frustración no se experimentó en un 50% de los estudiantes cuando se enseñó a través de trailers o fragmentos de películas de ciencia ficción, en relación al 29.1% que no la experimenta durante las explicaciones que se apoyan en métodos tradicionales, por lo tanto, se percibe que hubo una buena recepción de las estrategias empleadas durante la intervención.

Referente a la satisfacción, se destaca que no hubo grandes diferencias entre las respuestas obtenidas para los métodos tradicionales y las estrategias didácticas propuestas en esta investigación. Cuando reciben explicaciones tradicionales y realizan talleres el 41.6% de los estudiantes experimentan satisfacción moderada, en ambos casos. Por su parte, el 41.6% y el 37.5% de los estudiantes experimentaron satisfacción cuando abordaron el tema de genética mediante el género de ciencia ficción y cuando resolvieron las bitácoras, respectivamente. Esto está de acuerdo con Pekrun *et al.* (2002), quienes plantean que, en ocasiones, las diferencias entre las percepciones de las emociones positivas y negativas no son representativas. Para esta emoción también se destaca que el 45.8% de los estudiantes se sintieron intensamente satisfechos al poder escribir su propia narrativa de ciencia ficción incluyendo los conceptos de genética aprendidos durante el desarrollo de la secuencia didáctica. La incertidumbre es una emoción que se experimenta por los estudiantes, principalmente, durante la solución de talleres (41.6%); y en menor medida durante el desarrollo de bitácoras (16.6%). Esto indica que la incertidumbre se presenta, principalmente, al enfrentarse a métodos evaluativos sumativos en forma de cuestionarios.

Orientando el análisis hacia el entusiasmo, el 45.8% de los estudiantes dijo sentirse moderadamente entusiasmado al resolver bitácoras, en contraste con el 12.5% que indicó experimentar de forma moderada el entusiasmo al resolver talleres o cuestionarios. De los estudiantes que participaron en la investigación un 33.3% manifestó experimentar un entusiasmo intenso cuando aprendió genética con trailers y fragmentos de película del género de ciencia ficción y cuando escribió su propia narrativa, este porcentaje se mantuvo igual para los dos casos. El nerviosismo se hace presente cuando los estudiantes son sometidos a cuestionarios evaluativos, afectando a un 41.6% que dijo haberlo experimentado intensamente, sólo un 16.6% manifestó experimentarlo intensamente al escribir la narrativa de ciencia ficción empleando conceptos de genética.

Una vez revisadas las respuestas sobre la emoción de diversión, se observa que el 45.8% de los estudiantes la experimentan de forma intensa al incluir trailers y fragmentos de películas como estrategias de enseñanza, por su parte, los métodos tradicionales de enseñanza no despiertan diversión en un 12.5% de los estudiantes. La última emoción analizada es el aburrimiento, el cual, no fue experimentado por el 58.3% de los estudiantes cuando se explicaron conceptos complejos de genética por medio de la ciencia ficción, tampoco se experimenta por el 20.8% de los estudiantes cuando se proponen clases tradicionales. Un 37.5% de los estudiantes se siente moderadamente aburrido cuando se le solicita resolver talleres y cuestionarios, mientras que el 16.6% se siente de la misma manera en el momento de desarrollar las bitácoras presentes a lo largo de la secuencia didáctica.

Una vez analizada la información, se cree que algunas emociones positivas como la alegría, el entusiasmo y la diversión pueden favorecer el proceso de aprendizaje, lo cual, puede apoyarse en la investigación de Marcos-Merino (2019) en la que se justifica que dichas emociones mejoran la memoria debido a un proceso de excitación que ocurre en la amígdala (p. 8).

## 4.7 Encuesta de satisfacción

Con la intención de conocer cuál fue el nivel de satisfacción que tuvieron los estudiantes con la estrategia didáctica implementada para abordar la unidad de genética (**ver Anexo E**), se realizó una encuesta siguiendo una escala ordinal de Likert que oscila desde 1)

Insatisfecho hasta 5) Muy satisfecho. Los criterios que se emplearon estaban relacionados con las estrategias utilizadas para enseñar genética a partir de la ciencia ficción, los aprendizajes adquiridos sobre conceptos de genética, la escritura de narrativa de ciencia ficción como actividad evaluativa y la pertinencia de los contenidos desarrollados en la unidad de genética. Los datos obtenidos en la encuesta se presentan en la **tabla 9**.

De acuerdo con los resultados analizados, el 45.8% de los estudiantes manifestaron estar satisfechos con las estrategias utilizadas para enseñar genética a partir del género de ciencia ficción, mientras que otro 16.7% dijo estar muy satisfecho. En relación a los aprendizajes adquiridos sobre conceptos de genética, el 41.7% y el 20.8% de los estudiantes indicaron estar satisfechos y muy satisfechos, respectivamente. En la presente intervención, la actividad evaluativa consistió en la escritura de una narrativa de ciencia ficción aplicando algunos conceptos básicos de genética, sobre esta tarea el 29.2% de los estudiantes se sintieron satisfechos y el 20.8% muy satisfechos. Por consiguiente, puede afirmarse que el 50% de los individuos que participaron en este estudio disfrutaron de la actividad propuesta debido a que se ajustaba a sus intereses. Finalmente, a propósito de la pertinencia de los contenidos desarrollados en la unidad didáctica, los estudiantes indicaron estar satisfechos en un 54.1% y muy satisfechos en un 16.7%. Lo anterior está de acuerdo con los planteado en el artículo “*Entre ficción y ciencia: El uso de la narrativa en la enseñanza de la ciencia*” de Andrea Chapela (2014), donde se destaca que la ciencia ficción se puede utilizar para fomentar el interés de los estudiantes hacia la ciencia y propiciar procesos de conceptualización (p .3).

**Tabla 9.** Encuesta de satisfacción sobre la implementación de la secuencia didáctica

Nivel de satisfacción	Estrategias utilizadas para enseñar genética a partir de la ciencia ficción	Aprendizajes adquiridos sobre conceptos de genética	Escritura de narrativa de ciencia ficción como actividad evaluativa	Pertinencia de los contenidos desarrollados en la unidad de genética
1) Insatisfecho	0	0	1	0
2) Poco satisfecho	0	1	3	2
3) Neutral	9	8	8	5
4) Satisfecho	11	10	7	13
5) Muy Satisfecho	4	5	5	4
<b>TOTAL</b>	24	24	24	24

## **4.8 Otros elementos conceptuales que surgen de la investigación**

Considerando que algunas de las narrativas de ciencia ficción escritas por los estudiantes tienen un fuerte fundamento científico y volviendo a lo expresado por García-Castejón (2013), que existe una escasez de cuentos científicos, llega a plantearse la posibilidad de realizar divulgación científica en la institución educativa empleando las historias que surgieron de esta investigación. Por otro lado, los estudiantes demuestran una postura crítica en relación a las posibles implicaciones del uso de ciertas técnicas de ingeniería genética en el ser humano, por lo tanto, el conocimiento ha trascendido la comprensión de conceptos, lo que puede conllevar al desarrollo de una cultura de científica (Hodson, 1994). De aquí se desprende apostarle a la alfabetización científica en las instituciones educativas, para que el conocimiento se encamine a mejorar las condiciones de vida en el contexto.

### **4.8.1 Divulgación científica**

La ciencia ficción es un género que permite especular alrededor de los cambios en la ciencia y la tecnología, promoviendo la reflexión sobre la organización social del mundo y las posibles consecuencias de los avances científicos y tecnológicos. Por otro lado, la ciencia ficción atrae a los jóvenes que se interesan por su contenido al mostrar mundos fascinantes en los que existen diversas posibilidades en torno a la ciencia y la tecnología (Barceló, 2005). En consecuencia, se considera que las narrativas de ciencia ficción escritas por los estudiantes pueden utilizarse como un insumo para la enseñanza de la genética y la divulgación científica que debe ser aprovechado, de esta manera, la escritura de la narrativa no se reduce a una simple actividad de aula, sino que se le atribuye un valor superior dándole importancia a las ideas expresadas por los mismos estudiantes. A propósito de esto, García-Castejón (2013) afirma que los cuentos científicos son escasos, pero representan un recurso didáctico efectivo para la enseñanza de las ciencias teniendo en cuenta que los lectores deben desarrollar la trama a través de los personajes, escenarios e historias que se desarrollan. De aquí la relevancia de seguir desarrollando más trabajos de escritura científica como el propuesto en esta investigación.

### 4.8.2 Alfabetización científica

La enseñanza de las ciencias no se puede reducir a la transmisión de conocimientos, en la actualidad, los estudiantes no sólo requieren comprender los conceptos propios de las ciencias sino desarrollar una cultura científica integrando la ciencia, la tecnología y la sociedad. En este sentido, se debe procurar que los estudiantes utilicen sus conocimientos en situaciones cotidianas con el fin de mejorar las condiciones de vida por medio de la intervención en decisiones políticas con base a un criterio científico (Gil y Vilches, 2001). En este aspecto, Hodson (1994) propone cuatro niveles de sofisticación para determinar la apropiación del conocimiento científico:

**Nivel 1.** Apreciar el impacto social del cambio científico y tecnológico y reconocer que la ciencia y la tecnología están, hasta cierto punto, determinadas culturalmente.

**Nivel 2.** Reconocer que las decisiones sobre el desarrollo científico y tecnológico se toman en pos de intereses particulares y que los beneficios que obtienen algunos pueden ser a expensas de otros. Reconociendo que el desarrollo científico y tecnológico está indisolublemente ligado a la distribución de la riqueza y el poder.

**Nivel 3.** Desarrollar los propios puntos de vista y establecer las propias posiciones de valor subyacentes.

**Nivel 4.** Prepararse y actuar (p. 85).

Con base en lo anterior y teniendo en cuenta que en las narrativas de ciencia ficción analizadas los estudiantes expusieron sus ideas sobre las posibles consecuencias de los avances científicos y tecnológicos en la sociedad, tocando aspectos éticos y morales, se propone continuar fortaleciendo la alfabetización científica en el aprendizaje de las ciencias que conlleve a favorecer el pensamiento crítico desde un ámbito científico.

## **5. Conclusiones y recomendaciones**

### **5.1 Conclusiones**

La presente intervención buscó elementos que permitieran analizar la contribución de una propuesta didáctica a la apropiación de conceptos específicos de genética, mediante la creación de una narrativa de ciencia ficción. En ese sentido, la docente tuvo que transformar sus prácticas en el aula para que los estudiantes desarrollaran acciones de pensamiento que contribuyeran a la consolidación del conocimiento, para lo que se tuvo en cuenta que el aprendizaje es un proceso que requiere compartir con otros y que adquiere un significado cuando se ponen a interactuar los saberes previos con los nuevos.

Para ello se diseñó e implementó una secuencia didáctica basada en el ciclo de enseñanza-aprendizaje desarrollado por Jorba y Sanmartí (1994) que propone una serie de actividades consecutivas que aportan a la construcción del conocimiento, tomando como base el diálogo, el intercambio de puntos de vista, la cooperación y considerando aspectos como la motivación, los estilos y ritmos de trabajo, además de las expectativas de los estudiantes. De esta manera, la gestión en el aula responde a procesos de correulación y autorregulación. Esto implica un reto para la docente debido a que la secuencia didáctica debe responder a unos intereses de los estudiantes, de tal manera que se sientan motivados a aprender y participen activamente de su proceso de aprendizaje. A esto se suma la necesidad de vincular la enseñanza de las ciencias con la ciencia ficción que estimule la creatividad y les permita a los estudiantes utilizar conceptos de genética en la construcción de una narrativa propia.

Los datos recolectados en cada una de las fases de implementación se analizaron tomando como referencia las categorías mencionadas en la metodología del presente trabajo, de esta manera fue posible establecer algunas conclusiones una vez ejecutada la

propuesta didáctica. A continuación, se mencionan los hallazgos más importantes de esta investigación:

Los estudiantes mejoraron en el dominio de conocimientos propios de la genética, manejan adecuadamente los conceptos de material genético, gen, fenotipo, herencia, clonación, híbrido y organismo genéticamente modificado, y son capaces de aplicarlos en la escritura de una narrativa de ciencia ficción.

El uso del género de ciencia ficción como una estrategia para reforzar la enseñanza de la genética, un componente de las ciencias naturales, les permitió a los estudiantes comprender algunos conceptos complejos o abstractos y utilizarlos adecuadamente en la creación de su propia narrativa de ciencia ficción. Además, favoreció su proceso creativo al tener que diseñar los personajes, seleccionar la escala temporal y definir la ambientación. En este sentido, la secuencia didáctica afianzó los conocimientos asociados a la genética al vincular la ciencia con la ciencia ficción, favoreciendo el uso comprensivo del conocimiento científico.

El nivel de apropiación de conocimientos no implica únicamente la comprensión de los mismos, sino que requiere que los estudiantes asuman una postura crítica con relación a las posibles implicaciones sociales de los avances científicos y tecnológicos, lo cual, fomenta el desarrollo de propios puntos de vista y el establecimiento de posiciones de valor (Hodson, 1994).

El presente trabajo le permitió a la docente-investigadora reflexionar respecto a sus prácticas de aula para la enseñanza de la genética, en este sentido, uno de los principales retos fue proponer estrategias para que los estudiantes mantuvieran el interés y se vincularan a su proceso de aprendizaje, sin embargo, esto fue posible gracias al uso de situaciones cotidianas con las que ellos estaban familiarizados y al material audiovisual del género de ciencia ficción, el cual, se seleccionó cuidadosamente para captar su atención. Un aspecto a destacar durante la implementación de la secuencia didáctica es que se fomentaron los espacios en que los estudiantes podían expresar sus cuestionamientos y sus puntos de vista de lo observado y trabajado durante cada una de las sesiones, lo que resultó relevante dentro del proceso de aprendizaje al favorecer su participación activa;

muchas de las ideas aportadas sirvieron de base para proporcionar información adicional que se consideró pertinente para fortalecer los conceptos de genética. Por otro lado, la transformación de las prácticas tradicionales le dio a los estudiantes la oportunidad de crear su propia narrativa de ciencia ficción fortaleciendo su proceso creativo al otorgar libertad en la manera en la que expresaban sus ideas, de esta forma la docente no tuvo el control absoluto sobre el conocimiento, fueron los estudiantes quienes se encargaron de la mayor parte de su construcción mientras que la docente sólo cumplió una función de orientadora, dirigiendo la atención de los mismos a los cambios de conceptos sobre genética a lo largo del proceso de aprendizaje destacando sus aspectos más significativos.

## 5.2 Recomendaciones

Una de las dificultades más recurrentes en el aprendizaje de la genética son los procesos de división celular y los conceptos asociados. Teniendo en cuenta que la meiosis es fundamental para comprender los mecanismos de la herencia genética, se hace necesario aplicar más de una unidad didáctica para abordar este tema a profundidad.

Como aspecto positivo de esta intervención se destaca que los estudiantes pudieron crear sus narrativas de ciencia ficción de acuerdo con sus gustos e intereses, por lo tanto, tuvieron la oportunidad de expresar el conocimiento científico desde un punto de vista propio y con base en su contexto, favoreciendo la motivación para aprender. Es así que implementar estrategias innovadoras de enseñanza en las que se tenga en cuenta los intereses de los estudiantes puede mejorar su actitud frente a las actividades académicas.

Las narrativas escritas por los estudiantes pueden emplearse como instrumentos de divulgación científica para favorecer la aproximación al conocimiento y al lenguaje de las ciencias. En ese sentido, las creaciones de los estudiantes deben ser un insumo aprovechable en el desarrollo de las clases que permitan captar el interés de los compañeros.

Una intervención como la realizada en la presente investigación requiere trabajar de la mano con otras áreas del conocimiento de forma interdisciplinar (lengua castellana, educación artística, tecnología), con la finalidad de facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje y disminuir los tiempos de implementación.

Con base en los argumentos de los estudiantes y su postura crítica en relación a las implicaciones de los avances científicos y tecnológicos, emergen dos categorías a tener en cuenta en estudios posteriores, la divulgación y la alfabetización científica apoyada en los niveles de sofisticación de Hodson (1994).

## Referencias

- Alavi, M. y Leidner, D. (1999). Knowledge Management Systems: Issues, Challenges, and Benefits. *Communications of the Association for Information Systems*, 1(7), 1-37.
- Alcaldía de Bello. (2018). Anuario estadístico de Bello 2018.
- Almanza-Arjona, Y., García-Rivera, B. y Membrillo-Hernández, J. (2020). Writing Sci-Fi stories: a pedagogic challenge.
- Asimov, I., (1968). Try Science Fiction as a Teaching Aid, *Phys. Teach.*, 6, 416.  
<https://doi.org/10.1119/1.2351320>
- Ausubel, D. (s.f.). Teoría del aprendizaje significativo.
- Ayala, L. (noviembre, 2016). Aprendizaje significativo en relaciones internacionales. Trabajo presentado en VIII Congreso de Relaciones Internacionales. La plata, Argentina.
- Ayuso, G. y Banet, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 20 (1), 133-157.
- Bahar, M., Johnstone, A. y Hansell, M. (1999): Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 84-86.  
<http://dx.doi.org/10.1080/00219266.1999.9655648>
- Banet, E. y Ayuso, G. (1995). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias*, 13 (2), 137-153.
- Barceló, M. (2005). Ciencia y ciencia ficción. *Revista Digital Universitaria*, 6(7), 1–10.
- Baquero, R. (1996). Vigotsky y el aprendizaje escolar. Buenos Aires: Aique.
- Bautista, F. (2006). Influencia del entorno familiar en la desmotivación escolar. *Tágilis*.
- Bentolila, H. (2011). Conocimiento científico, interpretación y experiencia. *Revista Colombiana De Filosofía De La Ciencia*, 11(22).  
<https://doi.org/10.18270/rcfc.v11i22.1710>.
- Bugallo-Rodríguez, A. (1995). La didáctica de la genética: revisión bibliográfica. *Enseñanza de las ciencias*, 13 (3), 379-385.

- Calva, J. (2013). El mito de la caverna como acercamiento a las necesidades de conocimiento e información. *Investigación Bibliotecológica: archivonomía, bibliotecología e información*, 27(60), 7-11.
- Camargo, A. y Hederich, C. Jerome Bruner: dos teorías cognitivas, dos formas de significar, dos enfoques para la enseñanza de la ciencia *Psicogente*. 13(24), pp. 329-346.
- Campos, M. (2005). *Construcción del conocimiento*. México, D.F: Plaza y Valdés, S.A de C.V.
- Chapela, A. (2014). Entre ficción y ciencia: El uso de la narrativa en la enseñanza de la ciencia. *Educación Química*, 25(1), 2–6. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70516-6](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70516-6)
- Cortés, E. y Parga, L. (2015). *Ciencia ficción: una apuesta para la enseñanza de la ciencia*. (Trabajo de grado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Corvo de Armas, M. (2006). Reflexiones sobre el empleo del tiempo libre de los jóvenes de la enseñanza media en San Antonio de los Baños. *Bibliotecas. Anales de investigación*. 2, 54-77. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/230403785.pdf>
- Elliot, J. (2000). *La investigación-acción en educación*. Cuarta Edición. Ediciones Morata, S.L: Madrid.
- Falout, J., Elwood, J. y Hood, M. (2009). Demotivation: Affective states and learning outcomes. *System*. 37, 403–417.
- Fernández, I., Pérez, D., Alís, J., Cachapuz, A., Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. 20(3), 477-488.
- Finley, F. Stewart, J. y Yarroch, W. (1982). Teachers' Perceptions of Important and Difficult Science Conten. *Science Education*, 66(4), 531-538.
- García-Castejón Rodríguez, M. (2013). La narrativa en la enseñanza de las ciencias de la naturaleza. *Investigación en la Escuela*, 34(79), 79–85.
- Gardner, H. (1993). *Inteligencias múltiples. La teoría en la práctica*. Barcelona: Paidós.
- Gil, D. y Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI: Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la Escuela*, 43, 27-37.
- Hernández-Sampieri. *Metodología de la investigación*. Sexta edición. McGraw-Hill: México, D. F.

- Hodson, D. (1994) Seeking Directions for Change: the personalisation and politicisation of science Education. *Curriculum Studies*, 2(1), 71-98.
- Hodson, D. (1998). Science fiction: the continuing misrepresentation of science in the school curriculum, *Curriculum Studies*, 6(2), 191-216. DOI: 10.1080/14681369800200033.
- Institución Educativa Alberto Díaz Muñoz. (2015). Proyecto Educativo Institucional (PEI). Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). (2019). Prueba de ciencias naturales Saber 11º: Marco de referencia para la evaluación, ICFES. Bogotá: Dirección de Evaluación, Icfes.
- . Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 307-327.
- Jorba, J. y Sanmartí, N. (1994). Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua: Propuestas didácticas para las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas. Barcelona: Ministerio de Educación y Cultura.
- Juanatey, L. (2000). Aproximación a los textos narrativos en el aula, Volumen 1. Madrid: Ibérica Grafic, S.A.
- Leal, R. (2017). Diseño e implementación de una secuencia didáctica interactiva para la enseñanza y aprendizaje del concepto Genética en estudiantes de grado noveno. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, 2(4), 34–46. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-4560.1946.tb02295.x>
- Ley 115. Ley General de Educación y Desarrollos Reglamentarios. Bogotá, D.C, Colombia, 08 de febrero de 1994.
- Ley 1098. Ley de infancia y adolescencia. Bogotá, D, Colombia, 08 de noviembre de 2006.
- Ley 1581. Ley para la protección de datos personales. Bogotá, D.C, Colombia, 18 de octubre de 2012.
- Luukkala, B. (2019). Exploring Science Through Science Fiction. *Science and Fiction*. doi:10.1007/978-3-030-29393-2
- Madsen, K. (1987). Theoretical psychology: a definition and systematic classification. *advances in psychology*, 40, 165-174.
- Marcos-Merino, J. (2019). Análisis de las relaciones emociones-aprendizaje de maestros en formación inicial con una práctica activa de Biología. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16(1), 1603 (1-14)

- Martínez, L. (2007). La Observación y el Diario de Campo en la Definición de un Tema de Investigación. *Revista perfiles libertadores* 4 (80), 73-80.
- Maxwell, J. (2013). *Diseño de investigación cualitativa*. Primera edición en español (2019). Barcelona: Editorial Gedisa.
- Meza-Rueda, J. (2008). Narración y pedagogía: elementos epistemológicos, antecedentes y desarrollos de la pedagogía narrativa. *Actualidades pedagógicas*. 51(1), 59-72.
- Michaud, T. (Ed.). (2020). *Science Fiction and Innovation Design*. Vol. 6. Londres: ISTE Ltd.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (1998). *Lineamientos curriculares: Ciencias Naturales y Educación Ambiental*.
- Moreira, M. (2012). ¿al final, qué es aprendizaje significativo?. *Qurrriculum*. 25, 29-56.
- Moreira, M. (2017). Aprendizaje significativo como un referente para la organización de la enseñanza. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 11(12), 1-16.
- Moreno, D. 2016. *Espacio público Barrio Nueva Jerusalén*. Trabajo de fin de curso. Universidad San Buenaventura. Recuperado de: [http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/3260/3/Espacio\\_Publico\\_Barrío\\_Moreno\\_2016.pdf](http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/3260/3/Espacio_Publico_Barrío_Moreno_2016.pdf)
- Ochoa de Alda, J., Marcos-Merino, J., Méndez, F., Mellado, V. y Esteban, M. (2019). Emociones académicas y aprendizaje de biología, una asociación duradera. *Enseñanza de las ciencias*, 37(2), 43-61. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2598>
- Ospina, J. (2006). La motivación, motor del aprendizaje. *Revista Ciencias de la Salud*, 4, 158-160. Recuperado de: <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/revsalud/article/view/548/472>
- Parra, O. (2013). Narrativa, ciencia y currículo. *Educación y Desarrollo Social*, 116–126.
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., & Perry, R. P. (2002). Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research. *Educational Psychologist*, 37(2), 91–105. [https://doi.org/10.1207/S15326985EP3702\\_4](https://doi.org/10.1207/S15326985EP3702_4)
- Petit, M. y Solbes, J. (2012). La ciencia ficción y la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*. 30(2), 55-72

- Petrucci, D. (2017). Visiones y actitudes hacia las Ciencias naturales: consecuencias para la enseñanza. *Visiones y actitudes hacia las ciencias naturales: Consecuencias para la enseñanza*, 12(1), 29–40.
- Piaget, J. (1981). La teoría de Piaget. *Infancia y Aprendizaje*, 4(2), 13–54. doi:10.1080/02103702.1981.10821902
- Plaza, M. (2020). Autoestima y rendimiento escolar en educación virtual en estudiantes del tercer grado Escuela Héroes de Paquisha. (Tesis de maestría). Universidad César Vallejo. Piura, Perú. Recuperado de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/52054/Plaza\\_VMC-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/52054/Plaza_VMC-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ramírez, L. (2004). Los nuevos desafíos de la gerencia educativa. *Educación y Educadores*. 7, 113-136.
- Ramírez, M. (2018). Modelos y estrategias de enseñanzas para ambientes innovadores. Monterrey: Editorial Digital Tecnológico de Monterrey.
- Ramírez-Arroyave, R. (2020). La narratología: mediadora didáctica en la educación superior. 6(1), 170–186.
- Restrepo, B. (2009). Investigación de aula: formas y actores. *Educación y Pedagogía*. 21(53), 103-112.
- Rodríguez, L. (2008). La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva. Primera edición. Barcelona: Octaedro.
- Rodríguez, R. y Fernández, M. (1997). Desarrollo cognitivo y aprendizaje temprano: la lengua escrita en la educación infantil. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- Rodríguez, W. (2001). La valoración de las funciones cognoscitivas en la zona de desarrollo próximo. *Educere*. 5(15), pp. 261-269.
- Rojas, R. (2002). La investigación-acción en el aula: Enseñanza-aprendizaje de la metodología. Sexta Edición. México, D.F.: Plaza y Valdéz S.A. de C.V.
- Ruíz, J. (2012). Teoría y práctica de la investigación cualitativa. Publicaciones Universidad de Bilbao: Deusto.
- Soler, E. (2006). Constructivismo, innovación y enseñanza efectiva. Caracas: Equinoccio.
- Suvin, D. (1979). The State of the Art in Science Fiction Theory: Determining and Delimiting the Genre (Etat présent de la théorie de science-fiction: Détermination et délimitation du genre). *Science Fiction Studies*, 6(1), 32-45.
- Payan-Carreira, R. y Cruz, G. (2019). Students' Study Routines, Learning Preferences and Self-regulation: Are They Related? En Tsitouridou, M., Diniz, J., & Mikropoulos, T.

- (Eds.). *Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education. Communications in Computer and Information Science* (pp. 193–202). Tesalónica: Springer. Recuperado de [sci-hub.se/10.1007/978-3-030-20954-4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-20954-4)
- Vargas, E. (compilador). (1998). *Metodología de la enseñanza de las ciencias naturales*. San José: Universidad Estatal a Distancia (EUNED).
- Vigotsky, L. (1999). *Imaginación y creación en la edad infantil* [Traducción al español de *Voobrazhenie i tvorchestvo v detskom vozraste*] (2a ed.). La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Vrasidas, C., Avraamidou, L., Theodoridou, K., Themistokleous, S., & Panaou, P. (2015). Science Fiction in Education: case studies from classroom implementations. *Educational Media International*, 52(3), 201–215. <https://doi.org/10.1080/09523987.2015.1075102>
- Young, D.B. y Tamir, P. (1977). Finding out what students know. *The Science Teacher*, 44(6), pp. 27-28.
- Zabalza, M. (2005). *Diarios de clase: Un instrumento de investigación y desarrollo profesional*. Segunda Edición. Madrid: Narcea.
- Ziman, J. (2003). *¿Qué es la ciencia?*. Primera edición. Madrid: Cambridge University Press.

## **A. Anexo: Consentimiento informado**



*Apropiación de conceptos de ciencias naturales a través de la  
construcción de una narrativa de ciencia ficción*

Bello, 09 de agosto de 2021

Señores

**PADRES DE FAMILIA**

Institución Educativa Alberto Díaz Muñoz sede Liceo  
La ciudad

Cordial saludo.

Por medio de la presente me permito solicitar su autorización y consentimiento para la participación de su hijo en el proyecto de investigación APROPIACIÓN DE CONCEPTOS DE CIENCIAS NATURALES A TRAVÉS DE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA NARRATIVA DE CIENCIA FICCIÓN, a cargo de la docente ANDREA PAOLA ARIAS MUÑOZ y que hace parte del proceso investigativo y formativo al cursar la Maestría en Ciencias: Innovación en Educación del ITM, bajo la dirección de la profesora PhD. ADRIANA MARÍA SOTO ZULUAGA.

Dicho proyecto cuenta con el siguiente objetivo:

**Objetivo:**

Analizar la contribución de una propuesta didáctica centrada en la creación de una narrativa de ciencia ficción, respecto a los niveles de apropiación de conocimientos de ciencias naturales que tienen los estudiantes del grupo 9ºB de la Institución Educativa Alberto Díaz Muñoz.

**Procedimiento:** Previa autorización de la institución y consentimiento informado por parte de los padres y el (la) adolescente, debidamente firmado, se procederá a aplicar el instrumento de recolección de la información tipo cuestionario KPSI.

Cordialmente,

ANDREA PAOLA ARIAS MUÑOZ  
Investigadora (Estudiante de maestría)  
Cel. 3173699349  
e-mail: apam1122@gmail.com

PhD. ADRIANA MARÍA SOTO ZULUAGA  
Director trabajo de grado

Se adjunta: Formato de consentimiento informado.



Fortalecimiento de competencias ambientales involucrando el desarrollo del pensamiento crítico en una guía de aprendizaje

### FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Nosotros: \_\_\_\_\_, identificado(a) con la cédula de ciudadanía número \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, en calidad de progenitor(a) tutor(a) legal \_\_\_\_, y \_\_\_\_\_, identificado(a) con la cédula de ciudadanía número \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, en calidad de progenitor(a) tutor(a) legal \_\_\_\_, de \_\_\_\_\_, deseamos manifestar a través de este documento, que fuimos informados suficientemente y comprendemos la justificación, los objetivos implicados en la participación de nuestro hijo(a), en el proyecto de investigación: APROPIACIÓN DE CONCEPTOS DE CIENCIAS NATURALES A TRAVÉS DE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA NARRATIVA DE CIENCIA FICCIÓN, que se describe a continuación:

**Procedimiento:** Contestar cuestionario KPSI, Desarrollar Bitácoras y Resolver Secuencias didácticas. Nuestro hijo se compromete a contestar sinceramente para que la investigación arroje resultados válidos.

**Participación Voluntaria:** La participación de nuestro hijo(a) en este estudio es completamente voluntaria, si él o ella se negara a participar o decidiera retirarse, esto no le generará ningún problema, ni tendrá consecuencias a nivel institucional, ni académico, ni social. Si lo desea, nuestro hijo(a) informaría los motivos de dicho retiro a la docente encargada.

**Riesgos de Participación:** El riesgo por participar en este estudio no implica riesgos para el participante, al tratarse de una investigación de orden teórico y con el propósito de analizar la apropiación de conceptos de ciencias naturales.

**Confidencialidad:** La información suministrada por nuestro hijo(a) **será confidencial**. Los resultados podrán ser publicados o presentados en reuniones o eventos con fines académicos sin revelar su nombre o datos de identificación. Los registros de las actividades desarrolladas se mantendrán en un sitio seguro. Se asignará un código a cada participante con la finalidad de identificarlos y hacer referencia a ellos.



*Fortalecimiento de competencias ambientales involucrando el desarrollo del pensamiento crítico en una guía de aprendizaje*

Así mismo, declaramos que fuimos informados suficientemente y comprendemos que tenemos derecho a recibir respuesta sobre cualquier inquietud que mi hijo(a) o nosotros tengamos sobre dicha investigación, antes, durante y después de su ejecución; que mi hijo(a) y nosotros tenemos el derecho de solicitar los resultados de los cuestionarios y actividades que desarrolle durante la misma. Considerando que los derechos que mi hijo(a) tiene en calidad de participante de dicho estudio, a los cuales hemos hecho alusión previamente, constituyen compromisos del equipo de investigación responsable del mismo, nos permitimos informar que consentimos, de forma libre y espontánea, la participación de nuestro hijo(a) en el mismo.

Este consentimiento no inhibe el derecho que tiene mi hijo(a) de ser informado(a) suficientemente y comprender los puntos mencionados previamente y a ofrecer su asentimiento informado para participar en el estudio de manera libre y espontánea, por lo que entiendo que mi firma en este formato no obliga su participación.

En constancia de lo anterior, firmamos el presente documento, en la ciudad de \_\_\_\_\_, el día \_\_\_\_\_, del mes \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_,

**Firma** \_\_\_\_\_  
**Nombre** \_\_\_\_\_  
**C. C. No.** \_\_\_\_\_ **de** \_\_\_\_\_

**Firma:** \_\_\_\_\_  
**Nombre** \_\_\_\_\_  
**C. C. No.** \_\_\_\_\_ **de** \_\_\_\_\_

## **B. Anexo: Secuencia didáctica**

	<b>INSTITUCION EDUCATIVA ALBERTO DIAZ MUÑOZ</b> <small>REPUBLICA DE COLOMBIA          DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA          APROBADO POR RESOLUCIÓN N° 907 DEL 26 DE MARZO DE 2003.          NIT: 811038993-9 DANF: 32908802993</small>	
	Respeto, Servicio, Solidaridad "Un compromiso con la calidad educativa"	
<b>SECUENCIA DIDACTICA</b>		GA V. 2020

Antes de imprimir esta secuencia didáctica, asegúrate si es necesario. El medio ambiente está en nuestras manos.

SECUENCIA DIDÁCTICA	
AREA: Ciencias naturales y educación ambiental	GRADO: 9º
Encargados	Andrea Paola Arias Muñoz
Tiempo disponible	5 horas
<b>1. Problemas significativos del contexto</b>	
Genética, ADN y sus aplicaciones	
<b>2. Competencias y/o Derechos Básicos del aprendizaje</b>	
<p><b>DBA:</b> Comprende la forma en que los principios genéticos mendelianos y post-mendelianos explican la herencia y el mejoramiento de las especies existentes.</p> <p><b>Evidencia:</b> Explica la forma como se transmite la información de padres a hijos, identificando las causas de la variabilidad entre organismos de una misma familia.</p> <p><b>EBC:</b> Establezco relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares.</p> <p><b>DBA:</b> Explica la forma como se expresa la información genética contenida en el –ADN–, relacionando su expresión con los fenotipos de los organismos y reconoce su capacidad de modificación a lo largo del tiempo (por mutaciones y otros cambios), como un factor determinante en la generación de diversidad del planeta y en la evolución de las especies.</p> <p><b>Evidencia:</b> Explica los principales mecanismos de cambio en el ADN (mutación y otros) identificando variaciones en la estructura de las proteínas que dan lugar a cambios en el fenotipo de los organismos y la diversidad en las poblaciones.</p> <p><b>EBC:</b> Reconozco la importancia del modelo de la doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario. / Argumento las ventajas y desventajas de la manipulación genética.</p>	
<b>3. Actividades</b>	
Exploración	
<p>El <b>objetivo</b> de esta secuencia didáctica es que los estudiantes apropien conocimientos de genética y empleen sus conocimientos sobre las tecnologías desarrolladas con relación a la expresión de los genes y sus aplicaciones en la investigación, mediante la escritura de una narración de ciencia ficción.</p> <p>Observa los videos "¿Por qué nos parecemos a nuestros papás?" (<a href="https://youtu.be/axSh_GI5GV0">https://youtu.be/axSh_GI5GV0</a>), "Splice: Experimento mortal" (<a href="https://youtu.be/H-0qSLOauQI">https://youtu.be/H-0qSLOauQI</a>) y Gattaca: "Experimento genético" (<a href="https://youtu.be/9lDn_RLjPOY">https://youtu.be/9lDn_RLjPOY</a>).</p> <p><b>Pregunta problematizadora:</b> ¿Cómo se transmiten las características de padres a hijos?</p>	
Introducción de conceptos y estructuración	
<p>"La ciencia ficción es esa rama de la literatura que trata de la respuesta humana a los cambios en el nivel de la ciencia y la tecnología".</p> <p style="text-align: right;">Isaac Asimov</p> <p style="text-align: center;"><b>LA GENÉTICA</b></p> <p>La genética es la rama de las ciencias que se encarga de estudiar la herencia biológica y sus mecanismos, consecuencias y aplicaciones. La palabra viene del griego génesis, que significa origen, por lo que se puede decir que la genética estudia el origen de las características de los seres vivos.</p> <p>Los seres humanos somos organismos diploides, lo que significa que cada cromosoma tiene una pareja, su homólogo. En nuestra especie, cada célula de nuestro cuerpo tiene 23 parejas de cromosomas, es decir, tenemos 46 cromosomas en total, de los cuales la mitad procede de la madre y la otra mitad del padre. Cada pareja de cromosomas está formada por dos cromosomas homólogos, que contienen información para los mismos caracteres o genes.</p>	

	<b>INSTITUCION EDUCATIVA ALBERTO DIAZ MUÑOZ</b> REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA APROBADO POR RESOLUCION N° 007 DEL 26 DE MARZO DE 2003. NIT: 811008893-9 DANE: 305088002993	
	Respeto, Servicio, Solidaridad "Un compromiso con la calidad educativa"	
<b>SECUENCIA DIDACTICA</b>		GA V. 2020

*Antes de imprimir esta secuencia didáctica, asegúrate si es necesario. El medio ambiente está en nuestras manos.*



Tomado de: <https://borlacademico.cch.unam.mx/alumno/biblioteca/UnGenoma>

### CONCEPTOS BÁSICOS

Para comprender las bases de la genética, es importante revisar primero algunos conceptos.

Los **genes** son porciones de ADN que codifican proteínas o cadenas de ARN. Los **alelos** son todas las posibles formas de un gen. Los genes forman el **ADN** y que a su vez se organiza en estructuras llamadas **cromosomas**.

Nuestras células somáticas portan dos alelos para cada carácter, los cuales pueden ser iguales (**homocigosis: AA, aa**) o distintos (**heterocigosis: Aa**). En la genética mendeliana o clásica, tener los dos caracteres iguales (es decir, en homocigosis), se denomina **raza pura**.

Un individuo **heterocigótico o híbrido** es aquel que tiene alelos distintos para un gen (Aa). Un individuo **homocigótico** es aquel que tiene los alelos iguales para un gen (AA, aa).

Inicialmente, en la expresión de un gen determinado, Mendel consideró dos tipos de alelos:

El **alelo dominante (A)** es aquel que se manifiesta en el fenotipo siempre, tanto en homocigosis como en heterocigosis. El **alelo recesivo (a)** es el que se manifiesta en el fenotipo únicamente en homocigosis. **homocigótico** es aquel que tiene los alelos iguales para un gen (AA, aa).

Los alelos recesivos se transmiten y permanecen «ocultos» en el genotipo de los descendientes.

El **genotipo** es el conjunto de genes que un organismo hereda de sus pro genitores. Por ejemplo, una persona puede heredar los genes para los ojos azules y verdes. El **fenotipo** es el conjunto de caracteres que manifiesta un organismo, es decir, la apariencia externa del genotipo, como el color de ojos que presentamos en nuestro aspecto externo.

	<b>INSTITUCION EDUCATIVA ALBERTO DIAZ MUÑOZ</b> <small>REPUBLICA DE COLOMBIA          DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA          APROBADO POR RESOLUCIÓN N° 307 DEL 26 DE MARZO DE 2003.          NIT: 811038993-9 DANF: 37908802293</small>	
	Respeto, Servicio, Solidaridad "Un compromiso con la calidad educativa"	
<b>SECUENCIA DIDACTICA</b>		GA V. 2020

Antes de imprimir esta secuencia didáctica, asegúrate si es necesario. El medio ambiente está en nuestras manos.

El genotipo permanece constante, mientras que el fenotipo varía por la acción de distintos factores ambientales.

### Bitácora 1: Conceptos de genética, ¿Qué he aprendido?

- Cuando observamos el parecido de un recién nacido con sus familiares y se dicen frases como «es la viva imagen de su abuelo», ¿se está haciendo referencia a su genotipo o a su fenotipo?
- ¿Es posible que dos personas tengan el mismo fenotipo y distinto genotipo?

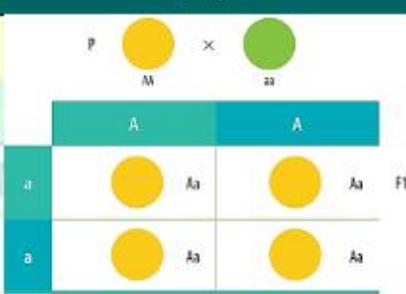
#### MEDEL: EL PADRE DE LA GENÉTICA

El fraile Gregor Johann Mendel (1822-1884) realizó los estudios que son la base de la genética que hoy conocemos. En 1856 inició sus experimentos con plantas de arveja (*Pisum sativum*) en los jardines del monasterio. Su trabajo se caracterizó por ser muy minucioso y metódico. Llevó un registro detallado de sus experimentos, los cuales le permitieron establecer los fundamentos de la genética, que expresó en tres leyes aún aceptadas hoy en día.

Observa el siguiente video sobre la historia de Mendel: <https://youtu.be/-VFXtuSLKo>

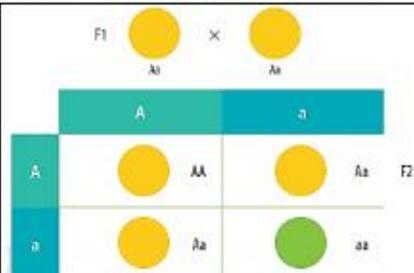
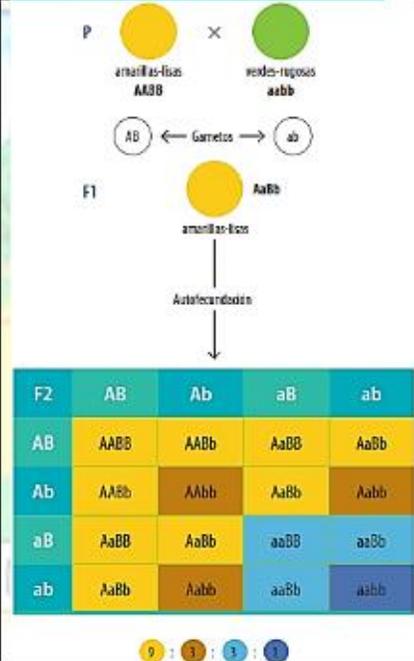
#### LAS TRES LEYES DE MENDEL

Al ver que cada característica estudiada presentaba dos estados diferentes y que estos se manifestaban de manera diferente en la generación filial 1 (F1) y la generación filial 2 (F2), Mendel propuso que existían factores hereditarios responsables de transmitir dichas características de una generación a la siguiente.

Nombre de la ley	Enunciado	Ejemplo
Primera ley: Uniformidad de la F1	<p>"Cuando se cruzan dos organismos de la misma especie, de dos líneas puras diferentes, todos los descendientes son iguales entre sí e iguales a uno de los parentales".</p> <p>Explicación: <a href="https://youtu.be/2uXbyb-WVNM">https://youtu.be/2uXbyb-WVNM</a></p>	 <p>Diagrama de cruce genético de Mendel:</p> <p>P: AA (amarillo) × aa (verde)</p> <p>F1: Aa (amarillo)</p> <p>F2: Aa (amarillo) × Aa (amarillo)</p>

	<b>INSTITUCION EDUCATIVA ALBERTO DIAZ MUÑOZ</b> REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA APROBADO POR RESOLUCION N° 007 DEL 26 DE MARZO DE 2003. NIT: 811008893-9 DANE: 300088002993	
	Respeto, Servicio, Solidaridad "Un compromiso con la calidad educativa"	
<b>SECUENCIA DIDACTICA</b>		GA V. 2020

Antes de imprimir esta secuencia didáctica, asegúrate si es necesario. El medio ambiente está en nuestras manos.

Segunda ley: Segregación	<p>"Los factores hereditarios son unidades independientes que pasan de generación en generación sin sufrir alteraciones y se presentan en pares de alelos. Al producirse gametos, los alelos se segregan de tal manera que cada gameto solo recibe de manera aleatoria un miembro del par de alelos".</p> <p>Explicación: <a href="https://youtu.be/LKL4oTghaso">https://youtu.be/LKL4oTghaso</a></p>	
Tercera Ley: Segregación independiente	<p>"Los alelos de genes diferentes se segregan de manera independiente durante la formación de los gametos".</p> <p>Explicación: <a href="https://youtu.be/uXZ1UDA2vZo">https://youtu.be/uXZ1UDA2vZo</a></p>	

**Resuelve los siguientes ejercicios:**

a) El alelo de ojos oscuros («E») es dominante frente al alelo de ojos claros («e»), que es recesivo. Basándote en las leyes de Mendel, y pensando en una pareja que desea tener un bebé, contesta a las siguientes preguntas:

- ¿Existe la posibilidad de que el bebé tenga los ojos claros si ambos progenitores tienen los ojos oscuros?
- ¿Qué genotipos deberán presentar sus padres?

	<b>INSTITUCION EDUCATIVA ALBERTO DIAZ MUÑOZ</b> <small>REPUBLICA DE COLOMBIA          DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA          APROBADO POR RESOLUCION N° 307 DEL 26 DE MARZO DE 2003.          NIT: 811038893-9 DANF: 32908802993</small>	
	Respeto, Servicio, Solidaridad "Un compromiso con la calidad educativa"	
<b>SECUENCIA DIDACTICA</b>		GA V. 2020

Antes de imprimir esta secuencia didáctica, asegúrate si es necesario. El medio ambiente está en nuestras manos.

- ¿Cuál es la probabilidad de que el bebé tenga los ojos claros si el padre los tiene oscuros y la madre también?
  - Representa los porcentajes y probabilidades obtenidas en un cuadro de Punnett.
- b) En los humanos, el pelo oscuro («H») es dominante sobre el pelo rojo («h»). Una mujer y un hombre de pelo oscuro tuvieron dos hijos, uno de pelo oscuro y otro de pelo rojo.
- ¿Qué genotipos presentan los progenitores y su descendencia?
  - ¿Cuál es la probabilidad de que la descendencia de la pareja tenga el pelo oscuro o rojo?
  - Representa tus resultados en cuadros de Punnett, indicando los porcentajes y probabilidades de las combinaciones.

#### EXCEPCIONES A LAS LEYES DE MENDEL

El estudio de los genes y los cromosomas demostró que no todas las características siguen las leyes de Mendel al pie de la letra. Esto no quiere decir que dichas leyes no sean válidas, sino que no abarcan todos los posibles modelos de herencia. Así pues, es necesario considerar aquellos genes ligados entre sí, ligados al sexo, con alelos múltiples, caracteres poligénicos y alelos codominantes o con dominancia parcial.

#### HERENCIA EN LOS SERES HUMANOS

El fenotipo de una persona depende en gran medida, aunque no exclusivamente, de los genes presentes en sus células. Hay aspectos del fenotipo que se modifican por el medio ambiente, las condiciones de vida o aspectos culturales. Aquellos rasgos que se determinan claramente los genes siguen patrones de herencia como los que describió Mendel o como los casos que no siguen sus tres leyes.

La capacidad para enrollar la lengua en forma de U depende de un solo gen, y el alelo dominante confiere esta característica. Los grupos sanguíneos también son determinados por un gen que tiene tres alelos diferentes, por lo que hablamos de herencia multialélica. En los seres humanos también hay ejemplos de herencia ligada al sexo, por genes presentes en los cromosomas X y Y. Otras características presentan un tipo de herencia limitada por el sexo o influenciada por el sexo.

#### LA HERENCIA DEL SEXO

La **determinación genética del sexo** es el conjunto de factores y mecanismos genéticos que hacen que un individuo presente gónadas masculinas o femeninas. La diferenciación sexual es la expresión fenotípica de esa determinación.

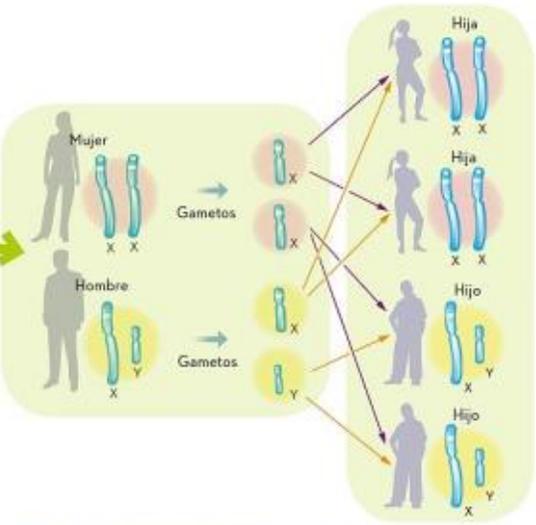
En la naturaleza existen varias formas para la determinación genética del sexo:

	¿Qué determina el sexo?
Genética	Un gen concreto.
Cromosómica	Cromosomas sexuales.
Cariotípica	Número de cromosomas.

	<b>INSTITUCION EDUCATIVA ALBERTO DIAZ MUÑOZ</b> REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA APROBADO POR RESOLUCION N° 007 DEL 26 DE MARZO DE 2003. NIT: 811008893-9 DANE: 305088002993	
	Respeto, Servicio, Solidaridad "Un compromiso con la calidad educativa"	
<b>SECUENCIA DIDACTICA</b>		GA V. 2020

Antes de imprimir esta secuencia didáctica, asegúrate si es necesario. El medio ambiente está en nuestras manos.

En la especie humana, los heterocromosomas X e Y tienen un contenido genético y una morfología que es diferente. El par XX corresponde al sexo femenino y el par XY al masculino. El sexo se hereda con una probabilidad del 50 %.

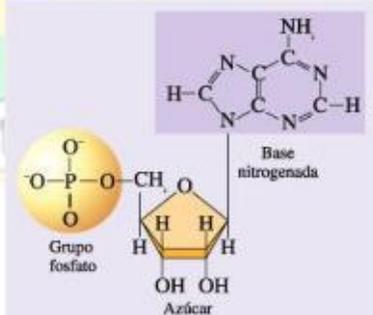


Tomado de: Biología y geología 4ºEso. Smartbook. McGraw Hill

**Bitácora 2: ¿Por qué no tengo la misma apariencia de mis padres?**

### LAS MOLÉCULAS DE LA HERENCIA

El ADN es una molécula formada por cuatro tipos de **nucleótidos**, cada uno compuesto por un tipo de **azúcar** llamada **desoxirribosa**, un grupo **fosfato** y una **base nitrogenada**. Todos los nucleótidos del ADN tienen un mismo tipo de azúcar y el grupo fosfato, pero existen cuatro bases nitrogenadas diferentes: dos purinas llamadas **adenina** (A) y **guanina** (G), y dos pirimidinas llamadas **citocina** (C) y **timina** (T).



Tomado de: <http://www.foculad.edu.uconn.edu>

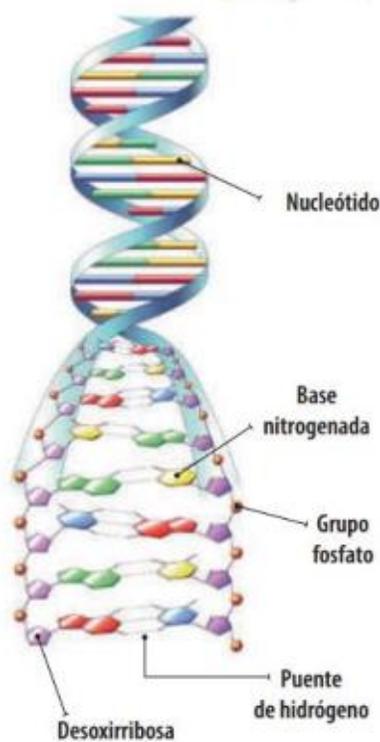
	<b>INSTITUCION EDUCATIVA ALBERTO DIAZ MUÑOZ</b> <small>REPUBLICA DE COLOMBIA          DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA          APROBADO POR RESOLUCIÓN N° 207 DEL 26 DE MARZO DE 2003.          NIT: 811038893-9 DANF: 37908802393</small>	
	Respeto, Servicio, Solidaridad "Un compromiso con la calidad educativa"	
	<b>SECUENCIA DIDACTICA</b>	
		GA
		V. 2020

Antes de imprimir esta secuencia didáctica, asegúrate si es necesario. El medio ambiente está en nuestras manos.

Muchos libros, series y películas de ciencia ficción tratan diferentes situaciones en las que se involucra el estudio del ADN, ¿Dónde se encuentra esta molécula tan importante? ¿Cuál es su función? ¿Qué utilidad se le da en las narrativas de ciencia ficción?

### LA ESTRUCTURA DEL ADN

el ADN es un tipo de molécula de gran tamaño conformada por muchos nucleótidos. Esta molécula está compuesta por dos cadenas complementarias enfrentadas y enrolladas alrededor de un eje imaginario y forman una doble hélice en la que los grupos fosfatos y las desoxirribosas de los nucleótidos constituyen la estructura externa a manera de esqueleto, y las bases nitrogenadas quedan en el interior de la molécula uniendo las dos cadenas. Al alinearse las dos cadenas que conforman la doble hélice del ADN, las bases se unen complementariamente mediante enlaces de hidrógeno de la siguiente manera: adenina con timina y guanina con citosina.



Tomado de: Biología 2ª. Santillana

### LA EXPRESIÓN DE LOS GENES

#### Replicación:

Es un evento que ocurre antes de la división celular cuyo objetivo es que las dos células resultantes posean una copia completa del genoma. Se caracteriza por ser semiconservativa, lo cual significa que una hebra de la cadena existente de ADN sirve de molde para la formación de una nueva hebra complementaria, de modo que la nueva cadena de ADN estará formada por una hebra antigua y una hebra complementaria nueva.

#### Trascrición:

Es el proceso mediante el cual se transfiere la información genética contenida en el ADN a cadenas de ARN que sirven como intermediarias para la formación de proteínas.

#### Traducción:

El último proceso en la expresión de un gen en el ámbito molecular es la síntesis de una proteína, en cuya secuencia de aminoácidos está implícita la información de la secuencia de nucleótidos del ADN. Este proceso, mediante el cual se pasa del lenguaje de los nucleótidos al de las proteínas, es la traducción y lo realizan los ribosomas en el citoplasma de las células utilizando el código genético.

	<b>INSTITUCION EDUCATIVA ALBERTO DIAZ MUÑOZ</b> REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA APROBADO POR RESOLUCION N° 007 DEL 26 DE MARZO DE 2003. NIT: 811008893-9 DANE: 30008802993	
	Respeto, Servicio, Solidaridad "Un compromiso con la calidad educativa"	
	<b>SECUENCIA DIDACTICA</b>	
	GA	
	V. 2020	

*Antes de imprimir esta secuencia didáctica, asegúrate si es necesario. El medio ambiente está en nuestras manos.*

Observa el siguiente video para obtener más información: ¿Qué es el ADN y cómo funciona?: <https://youtu.be/NQaZecHCNA>.

**Bitácora 3: ¿Por qué es necesario que el ADN se replique? ¿Crees que este proceso se puede realizar de manera artificial? Explica**

**EL CÓDIGO GENÉTICO**

La información genética se utiliza para la fabricación de proteínas. los seres vivos tienen una especie de "alfabeto" que se encuentra codificado en la molécula de ADN y el cual, al interpretarlo, permite sintetizar las proteínas. Actualmente se conoce que las letras del código genético son los nucleótidos; las "palabras" están formadas por conjuntos de tres nucleótidos conocidos como codones; y un conjunto de palabras se traduce en una proteína, en la que cada palabra corresponde a un aminoácido. Existe una señal, o codón de inicio, de modo que todos los polipéptidos inician con el codón AUG, que marca el punto en el ARNm desde donde se empieza a leer la secuencia para su traducción. Una vez inicia la traducción, este codón codifica para el aminoácido Metionina (Met). La lectura continúa hasta encontrar algún codón de parada que puede ser UAA, UAG o UGA.

5'		Segundo nucleótido				3'
		U	C	A	G	
Primer nucleótido	U	UUU Fenilalanina (Phe, F)	UCU Serina (Ser, S)	UAU Tirosina (Tyr, Y)	UGU Serina (Ser, S)	Tercer nucleótido
		UUC Fenilalanina (Phe, F)	UCC Serina (Ser, S)	UAC Tirosina (Tyr, Y)	UGC Serina (Ser, S)	
		UUA Leucina (Leu, L)	UCA Serina (Ser, S)	UAA Codón de término	UGA Codón de término	
		UUG Leucina (Leu, L)	UCG Serina (Ser, S)	UAG Codón de término	UGG Triptofano (Trp, W)	
	C	CUU Leucina (Leu, L)	CCU Prolina (Pro, P)	CAU Histidina (His, H)	CGU Arginina (Arg, R)	
		CUC Leucina (Leu, L)	CCC Prolina (Pro, P)	CAC Histidina (His, H)	CGC Arginina (Arg, R)	
		CUA Leucina (Leu, L)	CCA Prolina (Pro, P)	CAA Glutamina (Gln, Q)	CGA Arginina (Arg, R)	
		CUG Leucina (Leu, L)	CCG Prolina (Pro, P)	CAG Glutamina (Gln, Q)	CGG Arginina (Arg, R)	
	A	AUU Isoleucina (Ile, I)	ACU Treonina (Thr, T)	AAU Asparagina (Asn, N)	AGU Serina (Ser, S)	
		AUC Isoleucina (Ile, I)	ACC Treonina (Thr, T)	AAC Asparagina (Asn, N)	AGC Serina (Ser, S)	
		AUA Isoleucina (Ile, I)	ACA Treonina (Thr, T)	AAA Lisina (Lys, K)	AGA Arginina (Arg, R)	
		AUG Metionina (Met, M)	ACG Treonina (Thr, T)	AAG Lisina (Lys, K)	AGG Arginina (Arg, R)	
G	GUU Valina (Val, V)	GCU Alanina (Ala, A)	GAU Ác. Aspártico (Asp, D)	GGU Glicina (Gly, G)		
	GUC Valina (Val, V)	GCC Alanina (Ala, A)	GAC Ác. Aspártico (Asp, D)	GGC Glicina (Gly, G)		
	GUA Valina (Val, V)	GCA Alanina (Ala, A)	GAA Ác. Glutámico (Glu, E)	GGA Glicina (Gly, G)		
	GUG Valina (Val, V)	GCG Alanina (Ala, A)	GAG Ác. Glutámico (Glu, E)	GGG Glicina (Gly, G)		

Tomado de: <http://www.fisiologia.com/genes/mx>

	<b>INSTITUCION EDUCATIVA ALBERTO DIAZ MUÑOZ</b> <small>REPUBLICA DE COLOMBIA          DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA          APROBADO POR RESOLUCIÓN N° 207 DEL 26 DE MARZO DE 2003.          NIT: 811038893-9 DANF: 37908802993</small>	
	Respeto, Servicio, Solidaridad "Un compromiso con la calidad educativa"	
	<b>SECUENCIA DIDACTICA</b>	
		GA
		V. 2020

Antes de imprimir esta secuencia didáctica, asegúrate si es necesario. El medio ambiente está en nuestras manos.

Por ejemplo, la secuencia de ADN

TACGAATCTAGGCGTATT

se transcribiría en un ARNm de secuencia

AUGCUUAGAUCGCAUAA

que a su vez corresponde a una cadena de aminoácidos como la siguiente:

Metionina – Leucina – Arginina – Serina – Alanina

Ya conoces la manera en que el ADN se transcribe a ARN para luego traducirse a las proteínas encargadas del desarrollo y funcionamiento de los organismos. Es hora de practicar:

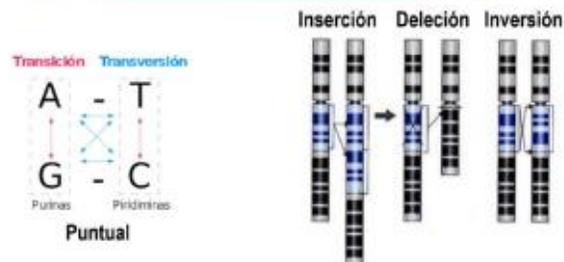
Para las siguientes secuencias de ADN, determina la secuencia de la cadena de ARN complementaria que se sintetiza durante su transcripción y escribe la secuencia de aminoácidos que se sintetiza durante la traducción. Ten en cuenta los codones de inicio y terminación:

- 3'-AGA TGG CCT TAC CTG AAA AGC TTC CCT GCT TTT CCG ACT GGC CAT CGC-5'
- 3' CCA GGC TAG AGA TAC CTA CAC AAG ATG ACC AGG TTA GCG ATC ATT -5'

### LAS MUTACIONES

Para comenzar, observa el trailer de la película "La mosca" (1986): <https://youtu.be/wFeEEccgAwI>.

Cuando las células del cuerpo se dividen o cuando se producen los gametos, el material genético Generalmente se replica sin modificación y pasa de generación en generación, lo que permite que los individuos y las especies conserven su identidad genética y ciertos caracteres. Sin embargo, en algunas ocasiones ocurren **errores o cambios en la secuencia del ADN** que se denominan **mutaciones**. Las mutaciones son cambios aleatorios que se producen en el ADN de un organismo y pueden darse por **causas naturales intrínsecas o inducidas por factores externos** como las radiaciones (rayos X, radiación UV), sustancias químicas o fármacos y microorganismos. A estos factores se les denomina **agentes mutagénicos**.



	<b>INSTITUCION EDUCATIVA ALBERTO DIAZ MUÑOZ</b> REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA APROBADO POR RESOLUCIÓN N.º 007 DEL 26 DE MARZO DE 2003. NIT: 811008893-9 DANE: 305088002993	
	Respeto, Servicio, Solidaridad "Un compromiso con la calidad educativa"	
	<b>SECUENCIA DIDACTICA</b>	
		GA V. 2020

Antes de imprimir esta secuencia didáctica, asegúrate si es necesario. El medio ambiente está en nuestras manos.

**Normal**



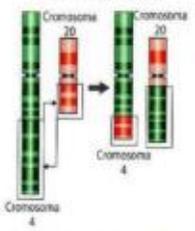
**Inserción**



**Delección**



**Translocación**



Para profundizar un poco más sobre las mutaciones, visita el siguiente enlace: [https://youtu.be/Xdv\\_BpLKuTU](https://youtu.be/Xdv_BpLKuTU).

**Bitácora 4: ¿Cuáles son las posibles consecuencias de las mutaciones?**

**LA GENÉTICA FORENSE**

Es una especialidad de la genética que se aplica a la criminalística, se basa en el estudio de la transmisión de los caracteres hereditarios y el análisis del polimorfismo o variabilidad genética humana aplicada a los problemas judiciales. (CSI: [https://youtu.be/D4i\\_4q-om3I](https://youtu.be/D4i_4q-om3I))

¿Para qué sirve el ADN en la investigación forense? El ADN se ha convertido en una de las herramientas más precisas para la identificación de individuos y es utilizado por miles de laboratorios fundamentalmente en:

- (1) La identificación de vestigios biológicos de interés en la investigación criminal de muy diversos delitos.
- (2) La identificación de restos humanos y personas desaparecidas.
- (3) La investigación biológica de la paternidad y otras relaciones de parentesco.

En el siguiente video se explica cómo es posible identificar a un asesino a partir de una muestra de ADN: [https://youtu.be/Sp\\_vxfap7Zl](https://youtu.be/Sp_vxfap7Zl).

Ahora, tendrás la oportunidad de ser un detective y determinar quién es el criminal. Presta atención a la información que se presenta a continuación:

La imagen muestra los resultados de un análisis realizado para ayudar a resolver un asesinato. En la escena del crimen se encontraron manchas de sangre. De esa sangre se extrajo ADN y se llevó a cabo una PCR para amplificar un segmento del genoma que es muy variable y, por lo tanto, único para cada persona. Ese ADN se cortó con una enzima de restricción y los fragmentos se separaron por electroforesis. Lo mismo se hizo con la sangre de algunos sospechosos y la víctima.

	<b>INSTITUCION EDUCATIVA ALBERTO DIAZ MUÑOZ</b> <small>REPUBLICA DE COLOMBIA          DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA          APROBADO POR RESOLUCIÓN N° 307 DEL 26 DE MARZO DE 2003.          NIT: 81103893-9 DANF: 32928802293</small>	
	Respeto, Servicio, Solidaridad "Un compromiso con la calidad educativa"	
<b>SECUENCIA DIDACTICA</b>		GA V. 2020

Antes de imprimir esta secuencia didáctica, asegúrate si es necesario. El medio ambiente está en nuestras manos.

Escena del crimen	Sospechosos				Victima
	1	2	3	4	
					
					
					
					
					

De acuerdo con la información:

- Señala en el primer carril cuáles bandas corresponden al ADN de la víctima y cuáles al del asesino.
- ¿A cuál sospechoso apunta esta evidencia? Explica cómo llegaste a tu conclusión.

### BIOTECNOLOGÍA

Observa este fragmento de la película Jurassic Park (1993), en el que se explica la posibilidad de clonar dinosaurios: <https://youtu.be/moyH5rQrHuE>.



La biotecnología es la utilización de seres vivos, o parte de ellos, con el fin de obtener productos o aplicaciones de interés para los seres humanos. El término fue empleado por primera vez en 1919 por el ingeniero agrónomo húngaro Karl Ereky (1878-1952); sin embargo, no es algo nuevo. Desde hace siglos se viene utilizando la biotecnología, por ejemplo, al hacer selección de ganado o al utilizar diversos tipos de microorganismos para la elaboración de productos como el pan, el queso, el yogur o la cerveza. Actualmente, la biotecnología emplea técnicas de punta gracias a los avances logrados en la biología molecular y sus aplicaciones en otras ramas del conocimiento han alcanzado logros jamás imaginados. Una de esas técnicas biotecnológicas es la **manipulación del ADN**, que ha permitido detectar y tratar enfermedades genéticas, obtener o modificar diferentes productos, transferir genes de un organismo a otro para mejorar especies animales o vegetales, desarrollar organismos para usos específicos, entre muchos otros ejemplos.

Tomado de: [https://br.freepik.com/veiores-gratis/laboratorio-de-biotecnologia-gradiente-illustrado\\_13242376.htm](https://br.freepik.com/veiores-gratis/laboratorio-de-biotecnologia-gradiente-illustrado_13242376.htm)

Para conocer más información sobre la biotecnología y sus aplicaciones, ingresa al siguiente enlace <https://youtu.be/julb3EJ3l1k>.

Una de las aplicaciones más polémicas de la biotecnología es la clonación humana, existen muchos cuestionamientos alrededor si es una técnica segura o cuáles podrían ser sus usos, de allí surgen unas implicaciones éticas y legales que se deben considerar. Algunas películas de ciencia ficción crean escenarios futuristas en que la clonación humana es permitida y dejan el interrogante sobre su implementación, estos son algunos trailers o fragmentos de películas en los que

	<b>INSTITUCION EDUCATIVA ALBERTO DIAZ MUÑOZ</b> REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA APROBADO POR RESOLUCION N° 007 DEL 26 DE MARZO DE 2003. NIT: 811008893-9 DANE: 30008802993	
	Respeto, Servicio, Solidaridad "Un compromiso con la calidad educativa"	
<b>SECUENCIA DIDACTICA</b>		GA V. 2020

*Antes de imprimir esta secuencia didáctica, asegúrate si es necesario. El medio ambiente está en nuestras manos.*

se aborda este tema: La Isla ([https://youtu.be/NJ\\_DDrY8BYo](https://youtu.be/NJ_DDrY8BYo)), Alien la resurrección (<https://youtu.be/IHBRqLUu2xQ>), El sexto día (<https://youtu.be/pB4pxIS-D2k>), Replicas (<https://youtu.be/JchUGy-QDzc>).

### LA INGENIERÍA GENÉTICA

La ingeniería genética consiste en la **manipulación del ADN** de un organismo para conseguir un objetivo práctico. Esta tecnología se lleva a cabo mediante la manipulación del propio ADN o la **transferencia de uno o más genes** de un organismo a otro, ya sea de la misma especie o de otra distinta. Para realizar la manipulación de los genes son necesarias varias "herramientas", entre las que podemos mencionar:

- **Enzimas de restricción.** Son proteínas bacterianas que cortan el ADN en puntos concretos.
- **Vector de transferencia.** Es el agente que transfiere un segmento de ADN de un organismo a otro. Los más utilizados son los virus, parásitos intracelulares obligados de células hospederas específicas, los bacteriófagos, virus que destruyen las bacterias al parasitarlas y los plásmidos, pequeñas moléculas de ADN circular que se encuentran en las bacterias.
- **ADN ligasas.** Son enzimas encargadas de unir fragmentos de ADN.



Tomado de: <https://www.inquirer.com/philly/health/genetic-engineering-animals-humans-pew-study-20160016.html>

Visita el siguiente enlace y entérate un poco más sobre la manipulación de genes <https://youtu.be/3i1czA10EDE>.

### UN PROYECTO DE INGENIERÍA GENÉTICA

Un proyecto de ingeniería genética se desarrolla en las siguientes etapas:



Tomado de: [https://fr.freepik.com/vectores-libre/illustration-isometrique-clonage-humain-embryon-scientifiques-dans-capsule-verre-medical-materiaux-illustration-nous-etudier-structure-ato-humain\\_13693295.htm](https://fr.freepik.com/vectores-libre/illustration-isometrique-clonage-humain-embryon-scientifiques-dans-capsule-verre-medical-materiaux-illustration-nous-etudier-structure-ato-humain_13693295.htm)

- 1. Localización y aislamiento del gen que se desea transferir.** Para ello, se utilizan las enzimas de restricción, que cortan el ADN que se va en pequeños fragmentos, entre los que se encuentra el gen que se quiere transferir.
- 2. Selección del vector.** Su elección dependerá de las características y del tamaño del ADN elegido. Se tiene que cortar con las mismas enzimas de restricción con las que se cortó el ADN que se va a transferir.
- 3. Unión del ADN elegido al ADN del vector.** Por medio de las ADN ligasas se une el fragmento de ADN aislado al ADN del vector, originando así una molécula de ADN recombinante.
- 4. Inserción del vector con el gen transferido en la célula hospedera.** El ADN recombinante se introduce en la célula hospedera.
- 5. Multiplicación del organismo transgénico.** La célula hospedera se divide para originar copias que portan el gen deseado.

	<b>INSTITUCION EDUCATIVA ALBERTO DIAZ MUÑOZ</b> REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA APROBADO POR RESOLUCIÓN N° 307 DEL 26 DE MARZO DE 2003. NIT: 811038893-9 DANF: 32908802993	
	Respeto, Servicio, Solidaridad "Un compromiso con la calidad educativa"	
<b>SECUENCIA DIDACTICA</b>		GA V. 2020

*Antes de imprimir esta secuencia didáctica, asegúrate si es necesario. El medio ambiente está en nuestras manos.*

### LA EVOLUCIÓN

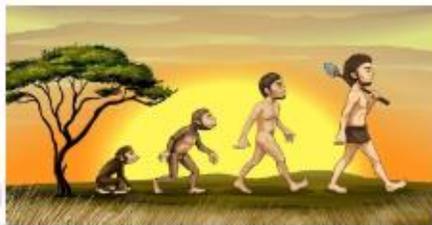
¿El hombre desciende del mono? ¿Cómo fue posible que esto ocurriera? Mira el trailer de película evolución y diviértete con la manera en la que muestran el proceso evolutivo: <https://youtu.be/AG7OJtiXDBg>.

La evolución es el proceso de transformación de los seres vivos a través de las generaciones. Esa transformación se expresa en cambios en las características observables que los padres heredan a sus hijos. La evolución no es el cambio de un individuo durante su vida, lo cual es equivalente al desarrollo, sino que ocurre en las poblaciones, es decir, los grupos de seres vivos de una misma especie que se encuentran aislados de otras poblaciones.

La evolución se puede estudiar a nivel de especie, que es un conjunto de poblaciones que pueden reproducirse entre sí y dejar descendencia viable. Cuando se acumulan suficientes cambios dentro de una población de manera que sus miembros no pueden cruzarse con los individuos de otras poblaciones que inicialmente pertenecían a la misma especie, el proceso evolutivo conduce a la especiación u origen de una nueva especie. Este proceso puede tardar miles o decenas de millones de años dependiendo del grupo.

En síntesis, la evolución puede ser definida como un proceso natural de acumulación de cambios heredables que involucran la transformación de los seres vivos a través las generaciones y que puede conducir al origen de nuevas especies.

Ingresar al enlace para conocer más sobre la teoría de la evolución <https://youtu.be/3qT1qH9b1cq>.



Tomado de: [https://wallc3.depositphotos.com/1526016/1235/v900/depositphotos\\_12350850-stock-illustration-evolution-of-man.jpg](https://wallc3.depositphotos.com/1526016/1235/v900/depositphotos_12350850-stock-illustration-evolution-of-man.jpg)

## De la Ciencia a la Ciencia Ficción

La posibilidad de manipular el material genético ha inspirado diferentes libros, series y películas como X-men (Stan Lee, 1963), gattaca (Andrew Niccol, 1997), Splice (Vincenzo Natali, 2009), Resident Evil (Paul W. S. Anderson), El sexto día (Roger Spottiswoode, 2000), In time (Andrew Niccol, 2011), Avatar (James Cameron), La mosca (David Cronenberg, 1986), Mimic (Guillermo del Toro, 1997), Alien: La resurrección (Jean-Pierre Jeunet, 1997), Deadpool (Rob Liefeld y Fabian Nicieza, 1991), Heroes (Tim Kring, 2006), Dark Angel (James Cameron; Charles H. Eglee, 2000), entre otros.

### "Splice: Experimento mortal" (Vincenzo Natali, 2009)

#### ¿Qué es la ciencia ficción?

En un principio se le puede concebir como un macrogénero fantástico cuyos mundos ficticiales se presentan como plausibles. Dicho sentido de posibilidad está necesariamente vinculado a la realidad del momento histórico en que aparece, y se deriva del desarrollo lógico de elementos y fuerzas físicas y sociales existentes en la realidad.

Las anteriores afirmaciones han de ser matizadas, por eso es preciso explicar cómo se desenvuelven dichos mundos ficticiales.

	<b>INSTITUCION EDUCATIVA ALBERTO DIAZ MUÑOZ</b> REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA APROBADO POR RESOLUCION N° 007 DEL 26 DE MARZO DE 2003. NIT: 811008893-9 DANE: 300088002993	
	Respeto, Servicio, Solidaridad "Un compromiso con la calidad educativa"	
	<b>SECUENCIA DIDACTICA</b>	GA V. 2020

*Antes de imprimir esta secuencia didáctica, asegúrate si es necesario. El medio ambiente está en nuestras manos.*

### ¿Cómo escribir una narrativa de Ciencia ficción?

**Philip Athans** (2010), colaborador de la editorial de juegos de rol Wizards of the Coast, propone seis pasos para escribir ciencia ficción:

**Paso 1: Narración.** Empieza planteando una idea para desarrollar la trama. Ten en cuenta cuándo debes detenerte.

**Consejo: No te limites a escribir lo que sabes. Escribe sobre lo que te interesa**

**Paso 2: Personajes.** Haz preguntas sobre los personajes y respóndelas, comienza con un villano, define las características de los protagonistas, reúne personajes secundarios y dales voz. Piensa en que cada uno tiene una personalidad diferente.

**Consejo: Otorga defectos a tus personajes, no existen seres perfectos**

**Paso 3: El mundo.** Decide un entorno o ambiente, construye el mundo y describe su geografía, llena tu mundo de gente. Un ejemplo es Pandora, un satélite ficticio creado por James Cameron para la película Avatar (2009). [https://youtu.be/Q6X\\_POT0iQ](https://youtu.be/Q6X_POT0iQ)

**Paso 4: Detalles.** Define un sistema de cangeo (moneda) y un sistema de medidas. Ten en cuenta que el género de ciencia ficción debe incluir tecnología

**Consejo: Asegúrate de comprender las teorías de los conceptos que vas a abordar**

**Paso 5: Tuercas y tornillos.** En una buena historia siempre hay espacio para la acción, el romance y el humor.

**Consejo: Recuerda hacer de tu historia lo más real posible**

**Paso 6: Toques finales.** Evita **anacronismos**, mantén el escrito fresco, sigue tus propias reglas.

Visita el siguiente enlace para conocer más consejos sobre cómo escribir historias de ciencia ficción <https://youtu.be/aHRk4YIYOrc>.

Estructuración y síntesis

### ACTIVIDAD PRÁCTICA: DESCUBRE CARACTERÍSTICAS HEREDITARIAS EN LOS SERES HUMANOS

#### ¿Que necesitas?

Dispositivo para tomar fotografías y libreta de apuntes.

#### ¿Cómo lo haces?

Verifica cuál es tu fenotipo para cada una de las siguientes seis características: Color de ojos, Lengua en U, Pico de viuda, Cruce de dedos, Lóbulo de la oreja, curvatura del pulgar; que en los seres humanos dependen de un solo gen con dos alelos. Haz lo mismo para tus padres y hermanos.

	<b>INSTITUCION EDUCATIVA ALBERTO DIAZ MUÑOZ</b> <small>REPUBLICA DE COLOMBIA          DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA          APROBADO POR RESOLUCION N° 007 DEL 26 DE MARZO DE 2003.          NIT: 811038993-9 DANF: 10508802393</small>	
	Respeto, Servicio, Solidaridad "Un compromiso con la calidad educativa"	
	<b>SECUENCIA DIDACTICA</b>	
		GA
		V. 2020

*Antes de imprimir esta secuencia didáctica, asegúrate si es necesario. El medio ambiente está en nuestras manos.*

Rasgo	Alelo dominante	Imagen	Alelo recesivo	Imagen
Color de los ojos	E ojos oscuros		e ojos azules	
Lengua en U	R puede enrollar la lengua en U		r no puede enrollar la lengua en U	
Pico de viuda	W pico de viuda		w línea del cuero cabelludo recta	
Cruce de dedos	C naturalmente cruza los dedos de las manos con el pulgar izquierdo sobre el derecho		c naturalmente cruza los dedos de las manos con el pulgar derecho sobre el izquierdo	
Lóbulos de las orejas	A lobulos libres		a lobulos unidos	
Curvatura dedo pulgar	H máxima curvatura hasta 30°		h máxima curvatura hasta 90°	

	<b>INSTITUCION EDUCATIVA ALBERTO DIAZ MUÑOZ</b> REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA APROBADO POR RESOLUCIÓN N.º 007 DEL 26 DE MARZO DE 2003. NIT: 811008893-9 DANE: 305088002993	
	Respeto, Servicio, Solidaridad "Un compromiso con la calidad educativa"	
	<b>SECUENCIA DIDACTICA</b>	
		GA V. 2020

*Antes de imprimir esta secuencia didáctica, asegúrate si es necesario. El medio ambiente está en nuestras manos.*

- Anota los posibles genotipos para ti y tus familiares.

#### Comunica tus resultados

- Anota las observaciones de tus características y las de tu familia en una tabla como la siguiente:

Rasgo	Mi nombre		Madre		Padre		Hermanos	
	F	G	F	G	F	G	F	G
Color de los ojos								
Lengua en U								
Pico de viuda								
Cruce de dedos								
Lóbulos								
Pulgar								

F = Fenotipo, G = Genotipo(s) posible(s)

**Elabora una presentación de diapositivas** en la que expongas las fotografías tuyas y las de tus familiares para cada una de las seis características analizadas, incluye los fenotipos y genotipos correspondientes.

#### Analiza y concluye

- ¿Cuáles rasgos compartes con tus padres? ¿Cuáles rasgos compartes con tus hermanos y hermanas?
- ¿Es posible saber con certeza el genotipo de alguien cuyo fenotipo es recesivo? ¿Es posible saberlo cuando el fenotipo es dominante? ¿En qué casos?
- ¿Crees que alguna de estas características representa una ventaja o una desventaja para los individuos? Explica.

**Bitácora 5:** Escribe una narrativa de una página en la que utilices algunos de los conceptos de genética abordados en el desarrollo de esta secuencia didáctica. Recuerda que en estos textos el argumento incluye un inicio, un nudo y un desenlace, y cuenta con elementos como personajes, lugar y tiempo.

#### Aplicación

**Escribe una narrativa de ciencia ficción** en la que abordes diferentes conceptos de genética apropiados durante las clases. Es muy importante que tengas en cuenta el paso a paso propuesto por Philip Athans para escribir ciencia ficción. También puedes considerar algunos consejos que se presentan en el siguiente video: <https://youtu.be/tD8qeKicU2A>.

	<b>INSTITUCION EDUCATIVA ALBERTO DIAZ MUÑOZ</b> <small>REPUBLICA DE COLOMBIA          DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA          APROBADO POR RESOLUCION N° 307 DEL 26 DE MARZO DE 2003.          NIT: 81103893-9 DANF: 37908802993</small>	
	Respeto, Servicio, Solidaridad "Un compromiso con la calidad educativa"	
<b>SECUENCIA DIDACTICA</b>		GA V. 2020

*Antes de imprimir esta secuencia didáctica, asegúrate si es necesario. El medio ambiente está en nuestras manos.*

#### Webgrafía – Cibergrafía – Referencias Bibliográficas

##### Imágenes:

Genética: <https://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1/genGenoma>  
 Herencia del sexo: Biología y geología 4ºEso. Smartbook. McGraw Hill  
 Nucleótido: <http://www.facultad.efn.uncor.edu>  
 Estructura del ADN: Biología 2º. Santillana  
 Código genético: <http://catalogacionrva.unam.mx>  
 Biotecnología: [https://br.freepik.com/vectores-gratis/laboratorio-de-biotecnologia-gradiente-ilustrado\\_13242376.htm](https://br.freepik.com/vectores-gratis/laboratorio-de-biotecnologia-gradiente-ilustrado_13242376.htm)  
 Ingeniería genética: <https://www.inquirer.com/philly/health/genetic-engineering-animals-humans-pew-study-20180816.html>  
 Un proyecto de ingeniería genética: [https://fr.freepik.com/vectores-libre/illustration-isometrique-clonage-humain-embryon-scientifiques-dans-capsule-verre-medical-materiaux-illustratifs-pour-etudier-structure-adn-humain\\_13693295.htm](https://fr.freepik.com/vectores-libre/illustration-isometrique-clonage-humain-embryon-scientifiques-dans-capsule-verre-medical-materiaux-illustratifs-pour-etudier-structure-adn-humain_13693295.htm)  
 Evolución: [https://static9.depositphotos.com/1526816/1235/v/950/depositphotos\\_12350850-stock-illustration-evolution-of-man.jpg](https://static9.depositphotos.com/1526816/1235/v/950/depositphotos_12350850-stock-illustration-evolution-of-man.jpg)

##### Videos:

¿Por qué nos parecemos a nuestros papás?: [https://youtu.be/axSh\\_Gl5GVo](https://youtu.be/axSh_Gl5GVo)  
 Splice: Experimento mortal: <https://youtu.be/H-0gSLOauQI>  
 Gattaca: Experimento genético: [https://youtu.be/9lDn\\_RLiPOY](https://youtu.be/9lDn_RLiPOY)  
 Historia de Mendel: <https://youtu.be/-IVFXtuSLKo>  
 Primera Ley de Mendel: <https://youtu.be/ZuXbyb-WVNM>  
 Segunda Ley de Mendel: <https://youtu.be/LKL4oTghaso>  
 Tercera Ley de Mendel: <https://youtu.be/uXZ1UDA2vZo>  
 La mosca: <https://youtu.be/wFeEEccgAwI>  
 ¿Los humanos estamos mutando?: [https://youtu.be/Xdv\\_BpLKuTU](https://youtu.be/Xdv_BpLKuTU)  
 El ADN señala al asesino: [https://youtu.be/Sp\\_vxfap7Zl](https://youtu.be/Sp_vxfap7Zl)  
 ¿La biotecnología es mala?: <https://youtu.be/julb3EJ3l1k>  
 ¿Podemos editar nuestros genes?: <https://youtu.be/3f1czA10EED>  
 Jurassic Park: <https://youtu.be/movH5rQrHuE>  
 La Isla: [https://youtu.be/NJ\\_DDrY8BYo](https://youtu.be/NJ_DDrY8BYo)  
 El sexto día: <https://youtu.be/pB4pxlS-D2k>  
 Alien la resurrección: <https://youtu.be/fHBRaIUu2xQ>  
 Replicas: <https://youtu.be/JchUGy-QDzc>  
 Evolución: <https://youtu.be/AG7OJiXDBg>  
 Avatar: [https://youtu.be/Q6X\\_POTOIQ](https://youtu.be/Q6X_POTOIQ)  
 Teoría de la Evolución: 5 Preguntas Frecuentes: <https://youtu.be/3qT1qH9b1cg>  
 ¿Cómo escribir ciencia ficción? (Cochambre Literaria): <https://youtu.be/aHRk4YIYOrc>  
 ¿Cómo escribir ciencia ficción? (Covadonga Escuela Tinta Púrpura): <https://youtu.be/tD8qeKicU2A>

##### Libros:

Biología 8º. Bimestre 1. Sistema Uno. Santillana  
 Biología 8º. Bimestre 2. Sistema Uno. Santillana  
 Biología 9º. Bimestre 1. Sistema Uno. Santillana  
 Ciencias 9º. Los caminos del saber. Santillana  
 Biología y geología 4ºEso. Smartbook. McGraw Hill  
 Athans, P. (2010). The Guide To Writing Fantasy And Science Fiction 6 Steps To Writing And Publishing Your Bestseller. Adams Media: Avon.

<https://iediesudenazaret.wordpress.com/materiales-caja-siempre-dia-e/>

MUNICIPIO DE BELLO BARRIO PARIS CALLE 20F NO 78A-07

TELEFONO 4612527-4621340 leadisz@yahoo.es

<https://iealbertodiaz.edu.co/>

**C. Anexo: Cuestionario KPSI para evaluar conceptos básicos de genética**

	<b>INSTITUCION EDUCATIVA ALBERTO DIAZ MUÑOZ</b> <small>REPUBLICA DE COLOMBIA          DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA          APROBADO POR RESOLUCIÓN N° F 007 DEL 26 DE MARZO DE 2003.          NIT: 811038803-9 DANE: 102088023983</small>	
	Respeto, Servicio, Solidaridad "Un compromiso con la calidad educativa"	
	<b>CUESTIONARIO KPSI PARA EVALUAR CONCEPTOS BÁSICOS DE GENÉTICA</b>	
		GA V. 2020

*Antes de imprimir esta secuencia didáctica, asegúrate si es necesario. El medio ambiente está en nuestras manos.*

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA  
 CUESTIONARIO KPSI PARA EVALUAR CONCEPTOS BÁSICOS DE GENÉTICA**

Para cada una de las siguientes preguntas indica cuál es el grado de conocimiento que tienes sobre los conceptos básico de genética, y marca con una X de acuerdo a las siguientes categorías (Recuerda ser lo más honesto posible):

1	No lo sé
2	Lo sé un poco
3	Lo sé bien
4	Lo sé bastante bien
5	Lo puedo explicar a un compañero

- ¿Cuáles son los eventos que ocurren durante el proceso de división meiótica?

(1) (2) (3) (4) (5)

- ¿Cuál es el propósito de la genética?

(1) (2) (3) (4) (5)

- ¿Cómo está constituido el ADN?

(1) (2) (3) (4) (5)

- ¿Por qué todas las células del cuerpo NO tienen la misma información genética?

(1) (2) (3) (4) (5)

- ¿Cuál es la relación del ADN con la herencia?

(1) (2) (3) (4) (5)

- ¿Por qué los hijos suelen parecerse físicamente a sus padres?

(1) (2) (3) (4) (5)

- ¿Cómo ocurren las mutaciones en la información genética?

(1) (2) (3) (4) (5)

- ¿Cuál es la utilidad del ADN?

(1) (2) (3) (4) (5)

	<b>INSTITUCION EDUCATIVA ALBERTO DIAZ MUÑOZ</b> REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA APROBADO POR RESOLUCION N° 007 DEL 26 DE MARZO DE 2003. NIT: 811038893-8 CIANE: 32508802993	
	Respeto, Servicio, Solidaridad "Un compromiso con la calidad educativa"	
	<b>CUESTIONARIO KPSI PARA EVALUAR CONCEPTOS BÁSICOS DE GENÉTICA</b>	
		GA V. 2020

*Antes de imprimir esta secuencia didáctica, asegúrate si es necesario. El medio ambiente está en nuestras manos.*

- ¿Qué es un organismo genéticamente modificado?

1 2 3 4 5

- ¿Cómo se identifica a un criminal a partir del ADN?

1 2 3 4 5





## **D. Anexo: Cuestionario de emociones académicas**

	<b>INSTITUCION EDUCATIVA ALBERTO DIAZ MUÑOZ</b> REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA APROBADO POR RESOLUCIÓN N° F 007 DEL 26 DE MARZO DE 2003. NIT: 811038893-8 DANE: 32508802393	
	Respeto, Servicio, Solidaridad "Un compromiso con la calidad educativa"	
	<b>CUESTIONARIO DE EMOCIONES ACADÉMICAS</b>	
		GA V. 2020

Antes de imprimir esta secuencia didáctica, asegúrate si es necesario. El medio ambiente está en nuestras manos.

**CUESTIONARIO DE EMOCIONES ACADÉMICAS**  
Asignatura Ciencias Naturales  
Eje temático: Genética

Valora tus emociones teniendo en cuenta las afirmaciones que se presentan a continuación, para eso ten en cuenta la siguiente escala:

1) No experimentada, 2) Poco experimentada, 3) Moderadamente experimentada, 4) Experimentada, 5) Intensamente experimentada.

1. Durante la explicación de los contenidos de manera magistral:						
Alegría		1	2	3	4	5
Preocupación		1	2	3	4	5
Confianza		1	2	3	4	5
Frustración		1	2	3	4	5
Satisfacción		1	2	3	4	5
Incertidumbre		1	2	3	4	5
Entusiasmo		1	2	3	4	5
Nerviosismo		1	2	3	4	5
Diversión		1	2	3	4	5
Aburrimiento		1	2	3	4	5
2. Durante el desarrollo de talleres:						
Alegría		1	2	3	4	5
Preocupación		1	2	3	4	5
Confianza		1	2	3	4	5
Frustración		1	2	3	4	5
Satisfacción		1	2	3	4	5
Incertidumbre		1	2	3	4	5
Entusiasmo		1	2	3	4	5
Nerviosismo		1	2	3	4	5
Diversión		1	2	3	4	5
Aburrimiento		1	2	3	4	5
3. Durante los cuestionarios evaluativos convencionales:						
Alegría		1	2	3	4	5
Preocupación		1	2	3	4	5
Confianza		1	2	3	4	5
Frustración		1	2	3	4	5
Satisfacción		1	2	3	4	5
Incertidumbre		1	2	3	4	5
Entusiasmo		1	2	3	4	5
Nerviosismo		1	2	3	4	5

	<b>INSTITUCION EDUCATIVA ALBERTO DIAZ MUÑOZ</b> REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA APROBADO POR RESOLUCIÓN N° F 007 DEL 20 DE MARZO DE 2003. MIT: 811008893-B DANE: 305088002993	
	Respeto, Servicio, Solidaridad "Un compromiso con la calidad educativa"	
	<b>CUESTIONARIO DE EMOCIONES ACADÉMICAS</b>	
		GA V. 2020

Antes de imprimir esta secuencia didáctica, asegúrate si es necesario. El medio ambiente está en nuestras manos.

Diversión	(1) (2) (3) (4) (5)
Aburrimiento	(1) (2) (3) (4) (5)
4. Mientras se abordaron los contenidos de genética por medio de trailers y fragmentos de película de ciencia ficción:	
Alegría	(1) (2) (3) (4) (5)
Preocupación	(1) (2) (3) (4) (5)
Confianza	(1) (2) (3) (4) (5)
Frustración	(1) (2) (3) (4) (5)
Satisfacción	(1) (2) (3) (4) (5)
Incertidumbre	(1) (2) (3) (4) (5)
Entusiasmo	(1) (2) (3) (4) (5)
Nerviosismo	(1) (2) (3) (4) (5)
Diversión	(1) (2) (3) (4) (5)
Aburrimiento	(1) (2) (3) (4) (5)
5. Mientras resolvías las bitácoras teniendo en cuenta los conceptos vistos en las clases:	
Alegría	(1) (2) (3) (4) (5)
Preocupación	(1) (2) (3) (4) (5)
Confianza	(1) (2) (3) (4) (5)
Frustración	(1) (2) (3) (4) (5)
Satisfacción	(1) (2) (3) (4) (5)
Incertidumbre	(1) (2) (3) (4) (5)
Entusiasmo	(1) (2) (3) (4) (5)
Nerviosismo	(1) (2) (3) (4) (5)
Diversión	(1) (2) (3) (4) (5)
Aburrimiento	(1) (2) (3) (4) (5)
6. Mientras escribiste la narrativa de ciencia ficción empleando conceptos de genética:	
Alegría	(1) (2) (3) (4) (5)
Preocupación	(1) (2) (3) (4) (5)
Confianza	(1) (2) (3) (4) (5)
Frustración	(1) (2) (3) (4) (5)
Satisfacción	(1) (2) (3) (4) (5)
Incertidumbre	(1) (2) (3) (4) (5)
Entusiasmo	(1) (2) (3) (4) (5)
Nerviosismo	(1) (2) (3) (4) (5)
Diversión	(1) (2) (3) (4) (5)
Aburrimiento	(1) (2) (3) (4) (5)

## **E. Anexo: Encuesta de satisfacción**

	<b>INSTITUCION EDUCATIVA ALBERTO DIAZ MUÑOZ</b> <small>REPUBLICA DE COLOMBIA                  DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA                  APROBADO POR RESOLUCIÓN N° F 007 DEL 26 DE MARZO DE 2003.                  NIT: 811008893-8 DANE: 32508802393</small>	
	Respeto, Servicio, Solidaridad "Un compromiso con la calidad educativa"	
	<b>ENCUESTA DE SATISFACCIÓN</b>	
		GA V. 2020

*Antes de imprimir esta secuencia didáctica, asegúrate si es necesario. El medio ambiente está en nuestras manos.*

**ENCUESTA DE SATISFACCIÓN**  
**Asignatura Ciencias Naturales**  
**Eje temático: Genética**

Evalúa el curso de genética teniendo en cuenta la siguiente escala:

1) Muy Satisfecho, 2) Satisfecho, 3) Neutral, 4) Poco satisfecho, 5) Insatisfecho

Criterio	Percepción
1. Estrategias utilizadas para enseñar genética a partir de la ciencia ficción	(1) (2) (3) (4) (5)
2. Aprendizajes adquiridos sobre conceptos de genética	(1) (2) (3) (4) (5)
3. Escritura de narrativa de ciencia ficción como actividad evaluativa	(1) (2) (3) (4) (5)
4. Pertinencia de los contenidos desarrollados en la unidad de genética	(1) (2) (3) (4) (5)

