



**APOORTE DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS COMO DIMENSIÓN DEL
PENSAMIENTO CRÍTICO PARA FAVORECER EL APRENDIZAJE DE LA
GENETICA MENDELIANA.**

AUTOR: SONIA AMPARO ACERO AMAYA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES
MANIZALES**

2018

**APORTE DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS COMO DIMENSIÓN DEL
PENSAMIENTO CRÍTICO PARA FAVORECER EL APRENDIZAJE DE LA
GENÉTICA MENDELIANA.**

SONIA AMPARO ACERO AMAYA

**Proyecto de grado para optar al título de Magister en Enseñanza de las
Ciencias**

Tutor

JAIRO ALEJANDRO SANCHEZ CASTAÑO

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES**

2018

DEDICATORIA

A mis padres, quienes a pesar del tiempo guían mi caminar a con sus constantes
consejos.

A mi esposo, mi compañero de siempre y quien me impulsa a ser cada vez un
Mejor ser humano.

A mi hijo Samuel, quien llena mi vida de luz y felicidad.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente la paciencia de mi tutor Alejandro Sánchez, quien me guio durante este proceso, el cual marca una meta más en mi vida.

A mis estudiantes del grado 904 de la Institución Educativa Alvernia quienes siempre estuvieron prestos a aprender y a colaborar.

RESUMEN

Objetivo: Identificar el aporte de la resolución de problemas como dimensión del pensamiento crítico para favorecer el aprendizaje de la genética mendeliana.

Metodología: la presente investigación es llevada a cabo en la Institución Educativa Alvernia del municipio de puerto Asís, ubicado en el departamento del Putumayo con estudiantes 25 estudiantes del grado 904 quienes fueron intervenidos con una unidad didáctica basada en la resolución de problemas de genética mendeliana y a la cual se le realizaba un análisis de datos cualitativo de corte descriptivo, para así, clasificar a los estudiantes según el nivel de la calidad de resolución de problemas, como una dimensión del pensamiento crítico.

Resultados: teniendo en cuenta los resultados derivados al aplicar los instrumentos a los estudiantes, se obtiene que ningún estudiante se ubica en los niveles 1 y 2 de la calidad de resolución de problemas, hubo estudiantes que, aunque en un principio se ubicaban en el nivel 3 de la calidad de resolución de problemas, después de la aplicación de otros instrumentos se lograban ubicar en los niveles 4 y 5.

Conclusiones: al finalizar la presente investigación se concluye que los docentes deben de diseñar e implementar problemas de genética mendeliana, en un principio basados en la genética humana y más adelante tomando como referencia especies que sean propias de su región y de las cuales los estudiantes tienen mucho conocimiento.

PALABRAS CLAVE: resolución de problemas, pensamiento crítico, aprendizaje, genética mendeliana.

ABSTRACT

OBJECTIVE: Identify the contribution of problem solving as a critical thinking dimension to favor the learning of Mendelian genetics.

METHODOLOGY: the present investigation is carried out in the Educational Institution Alvernia of the municipality of Puerto Asís, located in the department of Putumayo with students 25 students of grade 904 who are intervened with a didactic unit based on the resolution of Mendelian genetics problems and the which was carried out a descriptive qualitative data analysis, in order to classify students according to the level of problem solving quality, dimension of critical thinking

RESULTS: taking into account the results derived when applying the instruments to the students, it is obtained that no student is located in the levels 1 and 2 of the quality of resolution of problems, there were students who, although at first they were located in the level 3 of the quality of problem solving, after the application of other instruments could be located in levels 4 and 5.

CONCLUSION: at the end of this research it is concluded that teachers must design and implement Mendelian genetics problems, initially based on human genetics and later on taking as a reference species that are specific to their region and of which students have a lot of knowledge

KEYWORDS: problem solving, critical thinking, learning, Mendelian genetics.

CONTENIDO

PRESENTACIÓN.....	13
1. ANTECEDENTES	16
2. ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	21
3. JUSTIFICACIÓN	24
4. REFERENTE TEÓRICO.....	26
4.1. Pensamiento Crítico:.....	27
4.2. Resolución de Problemas como dimensión del pensamiento crítico:	33
4.3. Aprendizaje de la Genética:	40
5. OBJETIVOS	49
5.1. OBJETIVO GENERAL:	49
5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:	49
6. METODOLOGÍA.....	50
6.1. Contexto de la investigación:	50
6.2. Tipo de la investigación:.....	52
6.3. Diseño de la investigación:.....	53
6.4. Unidad de análisis:.....	54
6.5. Unidad de trabajo:.....	54

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	56
7.1. Resultados y Análisis del cuestionario de ideas previas: (ver anexo # 1)	56
7.2. Análisis del Instrumento # 2: Estudios de caso (ver anexo # 3).....	70
7.3. Análisis del Instrumento # 3: Entrevista (ver anexo # 4).....	80
7.4. Análisis General:	86
9. CONCLUSIONES.....	88
10. RECOMENDACIONES	91
REFERENCIAS	92
ANEXOS.....	94
ANEXO # 1: CUESTIONARIO DE IDEAS PREVIAS.....	94
ANEXO # 2: UNIDAD DIDÁCTICA.....	96
ANEXO # 3: INSTRUMENTO # 2.....	115
ANEXO # 4: INSTRUMENTO # 3.....	117

LISTADO DE GRAFICOS

Gráfico 1 Número de estudiantes por categoría para el interrogante 1	58
Gráfico 2 Número de estudiantes por categoría para el interrogante 2	60
Gráfico 3 Número de estudiantes por categoría para el interrogante 3.	63
Gráfico 4 <i>Número de estudiantes por categoría para el interrogante 4</i>	66
Gráfico 5 Distribución de los estudiantes por niveles según la calidad de resolución de problemas caso 1	75
Gráfico 6 Distribución de los estudiantes de acuerdo al nivel de resolución de problemas caso 2.....	80
Gráfico 7 Distribución de los estudiantes según la resolución de problemas.....	85

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Institución Educativa Alvernia	52
Figura 2 Diseño metodológico	53
Figura 3 Mapa del municipio de Puerto Asís	55

LISTADO DE TABLAS:

Tabla 1 Niveles para evaluar la calidad de la resolución de problemas	39
Tabla 2. Planteamiento de algunas actividades de enseñanza	45
Tabla 3 Distintos enfoques de los problemas de genética	47
Tabla 4 Respuestas al interrogante # 1 del cuestionario de ideas previas	57
Tabla 5 Respuestas al interrogante # 2 del cuestionario de ideas previas	60
Tabla 6 Respuestas del interrogante # 3 del cuestionario de ideas previas	62
Tabla 7 Respuestas al interrogante # 4 del cuestionario de ideas previas	65
Tabla 8 Respuestas al interrogante # 5 del cuestionario de ideas previas	69
Tabla 9 Asignación de niveles de resolución de problemas para el caso 1 del instrumento 1	74
Tabla 10 Asignación de niveles de resolución de problemas	79
Tabla 11 Asignación de niveles para las respuestas dadas por los estudiantes en la entrevista.....	85
Tabla 12 : Comparación de niveles asignados en el instrumento 1 (caso 1 y 2) y el instrumento 2	87

LISTADO DE ANEXOS

Anexo # 1: Unidad didáctica.....	71
Anexo # 2: Estudio de caso.....	92
Anexo # 3: Entrevista.....	93

PRESENTACIÓN

El presente trabajo investigativo es llevado a cabo en la Institución Educativa Alvernia del Municipio de Puerto Asís del Departamento del Putumayo cuyo objetivo primordial es el de analizar cómo la resolución de problemas como una dimensión del pensamiento crítico aporta al aprendizaje de la genética mendeliana, tema que debe ser orientado según los lineamientos curriculares de ciencias naturales establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) al ciclo comprendido entre los grados octavo y noveno de la educación básica secundaria, con base en ellos y haciendo énfasis en sus referentes psicocognitivos, los cuales se ocupan del proceso de la construcción del pensamiento científico y del tratamiento de problemas, se interviene a los estudiantes con una unidad didáctica, mediante la cual se busca que los estudiantes comprendan procesos referentes a la genética mendeliana, los cuales tienen múltiples implicaciones en la sociedad.

En dichos lineamientos, se resalta además la importancia de valorar el conocimiento que lleva el educando a la escuela, el cual no es otro que el de su propia perspectiva del mundo, teniendo en cuenta que es a partir de este que el estudiante debe construir con el apoyo y orientación de sus maestros el conocimiento científico.

Pero, ¿Por qué elegir el tema de la genética mendeliana? Se considera que este es un tema que conlleva al docente a interrogarse sobre muchos aspectos que tienen que ver con el nivel celular y algunos de los procesos que allí ocurren y que son la base fundamental para el desarrollo de los individuos, dado que gracias a estos procesos es que se llega a un fenómeno tan controversial como lo es por ejemplo la evolución, la cual está dada a partir de un sin número de procesos que

ocurren a nivel genético y por tanto a nivel celular; temas sobre los cuales aún se tienen muchos interrogantes.

Por otra parte, es importante resaltar que gracias a los paradigmas que se evidencian al tratar de solucionar diversos problemas es que hoy en día se realizan avances científicos en cuanto al desarrollo de la biotecnología, de la clonación, de los organismos genéticamente modificados, las alternativas para el tratamiento de enfermedades genéticas, entre muchos otros aspectos que hoy en día buscan mejorar la calidad de vida del ser humano.

Es de tener en cuenta que, si un estudiante conoce las bases conceptuales que permiten el desarrollo de estos procesos y por ende infiere sobre cuáles son los efectos que conlleva realizar estos procesos, ya sea en plantas, animales o el ser humano, podrá discernir entre sus ventajas y desventajas y por tanto podrá tomar decisiones al respecto, teniendo en cuenta que esto tiene repercusiones tecnológicas y sociales y a su vez acarrea problemas de carácter bioético, los cuales son bastante cuestionados actualmente.

Por todos los aspectos antes mencionados vemos que el aprendizaje de la genética es inherente a la sociedad, pues no solo en la escuela o en los ambientes académicos se discute este tema; cotidianamente se habla de pruebas de paternidad, de semejanzas o diferencias entre los individuos entre una familia, de cruce de animales, de los alimentos transgénicos, organismos clonados, etc. Y es por ello, que en la escuela se debe formar a los estudiantes desde la perspectiva de la alfabetización científica, con el objetivo de que ellos estén preparados para entender y dar razón de los problemas a los que se ven enfrentados en su cotidianidad.

Teniendo en cuenta los planteamientos anteriores y sabiendo que desde el aula se debe propender por el diseño y la creación de estrategias didácticas que

permitan a los estudiantes aprender de manera más profunda determinados temas, que accedan a la construcción del conocimiento a partir de las concepciones que hayan sido adquiridas en su quehacer diario y por último y no menos importante que genere en los estudiantes una discusión reflexiva y crítica de dichos procesos; lo cual tiene como eje principal el docente es evidente que el papel del mismo cobra importancia, ya que es el quien que realiza la transposición didáctica necesaria para conducir a los estudiantes a consolidarse como una parte activa del proceso de enseñanza – aprendizaje, a través de procesos formativos y educativos.

Con base en lo anterior, se realiza una intervención a los estudiantes del grado noveno cuatro de la Institución Educativa Alvernia, dicha intervención se realiza bajo los parámetros establecidos por la metodología cualitativa de corte descriptivo, en la cual se recogen los diferentes puntos de vista de los estudiantes. En un primer momento se realiza un cuestionario de ideas previas, el cual tiene como objetivo identificar las fortalezas y debilidades que tienen los estudiantes, posteriormente se aplica la unidad didáctica diseñada por la investigadora, luego de la intervención con la unidad didáctica, se analizan los avances que presentaron los estudiantes en el aprendizaje de la genética mendeliana, mediante la presentación de estudios de caso y la realización de una entrevista, para así, determinar como ellos resuelven los problemas relacionados con la genética mendeliana y por tanto proporcionar las condiciones necesarias que favorezcan en gran sentido el aprendizaje de la genética mendeliana.

Este trabajo permite identificar el nivel de la calidad de resolución de problemas en las que encuentra cada estudiante y se determina además cuáles son las dificultades en las estos persisten a pesar de la intervención con la unidad didáctica.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones, considerando en estas últimas que es necesario que en las instituciones educativas las diferentes áreas del conocimiento trabajen en conjunto, y que cada docente oriente los temas haciendo uso de las unidades didácticas en las que se tengan en cuenta las ideas previas de los estudiantes y los procesos cognitivos y metacognitivos que realiza cada estudiante durante su proceso de aprendizaje.

1. ANTECEDENTES

Teniendo en cuenta el problema que se quiere resolver como lo es el reconocimiento del aporte de la resolución de problemas como una categoría del pensamiento crítico para el aprendizaje de la genética mendeliana en estudiantes de grado noveno se hace una búsqueda de estudios que se hayan realizado en esta misma línea como se muestra a continuación:

A nivel internacional los investigadores (Ayuso, 2002) presenta en su artículo investigativo: *Las alternativas en la enseñanza de la genética en educación secundaria*, los resultados de varias investigaciones en el aula sobre el aprendizaje y la enseñanza de la herencia biológica, teniendo como objetivo la planificación y el desarrollo de un programa sobre la enseñanza de la genética en educación secundaria, en el cual se consideran varios aspectos como son: que los estudiantes aprenden a partir de unas ideas previas y que a partir de allí se debe identificar criterios para seleccionar y secuenciar los contenidos y así mismo realizar un seguimiento al desarrollo del programa de enseñanza y aprendizaje. En su trabajo resaltan que el aprendizaje de ciertos conceptos favorece en los estudiantes habilidades comunicativas e investigativas, así como también contribuye a que estos comprendan aspectos relacionados con las aplicaciones tecnológicas y sociales de los conocimientos en el ámbito de la genética. Hacen alusión a que el aprendizaje de la genética fomenta en los estudiantes el

desarrollo de habilidades actitudinales, contribuyendo de esta manera a fomentar valores, normas y comportamientos; y por último y no menos importante consideran que el aprendizaje de la genética contribuye a que los estudiantes desarrollen una adecuada visión de la naturaleza del conocimiento científico. Concluyendo de esta manera que es necesario que los docentes planteen la selección de los contenidos de la enseñanza de una manera crítica y fundamentada, con criterios que apunten hacia la calidad de los aprendizajes, además de que consideren la utilidad formativa para los estudiantes.

En cuanto a las investigaciones realizadas a nivel nacional, se cita a (Sanchez, 2012) de la Universidad del Valle quien en su proyecto de investigación: *las dificultades en el aprendizaje de los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Carlos Olgún sobre el contenido conceptual de genética*, el cual tiene como propósito central analizar las dificultades en el aprendizaje sobre el contenido conceptual de genética y en el cual el investigador identifica en primera instancia cuales son las dificultades conceptuales sobre genética, seguido de un análisis de las misma, y con base en ello establece cuáles son las implicaciones didácticas sobre la enseñanza de la genética.

Para su trabajo investigativo, Sánchez aplica un cuestionario de preguntas abiertas con el fin de conocer las ideas de los estudiantes y así, identificar las dificultades conceptuales en genética para posteriormente realizar implicaciones didácticas que conduzcan a favorecer su aprendizaje. Con este trabajo, el autor destaca la necesidad de utilizar un marco de referencia en la enseñanza de la genética donde se tenga en cuenta las dificultades de los estudiantes para mejorar el aprendizaje, pues según él, estas facilitan la construcción de conocimientos y por otra parte aproximan a los estudiantes a un pensamiento más crítico y reflexivo.

Otro estudio realizado en la Universidad Nacional por parte de (Grajales, 2014) plantea como objetivo la enseñanza de las leyes de Mendel en pro del aprendizaje significativo, en este estudio se realiza una unidad didáctica dirigida a estudiantes de grado octavo en el Municipio de Caldas Antioquia, la cual se basa en el aprendizaje significativo postulado por Ausbel, y donde se hace una revisión de los conocimientos previos, un conversatorio con los estudiantes para crear mapas conceptuales y finalmente la elaboración de material didáctico.

Por otra parte, (Benitez, 2013) de la universidad Nacional de Colombia presenta una investigación sobre la enseñanza de la genética basada en el enfoque constructivista, en este trabajo él realiza una unidad didáctica aplicada a estudiantes de grado noveno del Municipio de Itagüí Antioquia, haciendo activa la participación de los estudiantes con el objetivo de que resolvieran problemas prácticos. En una primera fase los estudiantes formularon preguntas problematizadoras, seguida de una intervención teórica para la aclaración de conceptos, para plantear de nuevo la resolución de preguntas problematizadoras por parte de los estudiantes mediante la formulación de hipótesis. De esta manera el autor de la investigación concluye que se desarrollan competencias científicas como la indagación y la problematización de conocimientos científicos por parte de los educandos.

(Narvárez, 2014) de la Universidad Nacional de Colombia realiza la investigación: *Resolución de situaciones problema de genética, como estrategia para aumentar los niveles de comprensión en educación básica secundaria*. Allí, se propone intervenir en el aula con la estrategia didáctica y pedagógica de resolución de problemas de enunciado abierto con el objetivo de aumentar los niveles de comprensión y argumentación en conceptos básicos de genética como son: cromosomas, gen, alelos, organismos homocigotos, heterocigotos, fenotipo y genotipo. Las situaciones problema que plantea la docente son basadas en las

ideas previas de los estudiantes, esto con el objetivo de plantear situaciones problema cuya resolución conlleve a aumentar los niveles de comprensión científica de la temática.

Con esta investigación la autora concluye que la evaluación de las ideas previas de los estudiantes debe ser el punto de partida de toda práctica docente, puesto que estas permiten darse cuenta de las deficiencias y errores conceptuales que interfieren con el aprendizaje, además de que considera que, a partir de ellas, es más fácil elaborar y desarrollar las estrategias didácticas que contribuyan de manera significativa a avanzar en la construcción de conocimiento. Plantea también que son los estudiantes quienes deben de ser entes activos en la construcción de conocimiento, desarrollando así, habilidades no solo cognitivas sino comunicativas, lingüísticas y de liderazgo. Hace énfasis, además, en que el trabajo de experimentación produce conocimiento a la vez de que requiere de varias operaciones mentales como observar en detalle, coordinar acciones, organizar ideas, sacar conclusiones y por supuesto adquirir destrezas para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

Otra autora que ha realizado investigaciones en el campo de la didáctica de la genética es (Olaya, 2016) quien centra su objetivo principal en la identificación de la regulación metacognitiva en la resolución de problemas de genética mendeliana para lo cual realiza un pre – test y un post – test que sirven para medir las habilidades metacognitivas relacionadas con la planeación, el monitoreo y la evaluación. Además, diseña una unidad didáctica en donde como punto de partida se indagan las ideas previas de los estudiantes, seguido de una reestructuración de ideas, finalizando de esta manera con la aplicación de dichas ideas. De esta investigación la autora concluye que los estudiantes poseen habilidades de regulación metacognitiva innatas, por ejemplo, en el momento que ellos re – leen

un problema con el fin de resolverlo, poniendo en práctica de este modo la habilidad de la planeación.

Por otra parte, propone que es importante incluir en las unidades didácticas la indagación de las ideas previas las cuales deben causar conflictos cognitivos en los estudiantes. También hace énfasis en la importancia del trabajo interdisciplinario en el aula, pues en el caso de la resolución de problemas de genética mendeliana, la estadística tiene una función específica e importante.

2. ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

La comprensión de la genética mendeliana por parte de los estudiantes de básica secundaria es un asunto que debe ser investigado por parte de la didáctica de las ciencias naturales, puesto que se evidencia que los estudiantes presentan gran dificultad para identificar y relacionar las variables de los problemas dados y por ende dar una posible solución a estos, sumado a la dificultad que presentan al relacionarlos con las situaciones que observan o escuchan en su cotidianidad.

El presente trabajo investigativo busca crear estrategias didácticas por parte de la docente investigadora que permitan a los estudiantes no solo superar sus dificultades cognitivas sobre genética mendeliana sino también orientar los procesos de aprendizaje, para que estos resulten de interés para los estudiantes.

Así como lo documentan por su parte (Ayuso, 2002) teórico especializado en la enseñanza de la genética, los conflictos cognitivos a los que se ven enfrentados los estudiantes en el momento de encontrarse con este tema, es debido a que hay vacíos conceptuales en cuanto a la comprensión de cómo están estructurados los seres vivos, y de hecho cuales son o no seres vivos, de qué es la célula y cuál es su estructura y cuáles son los procesos que allí ocurren y, en este caso específico hay algo que llama mucho la atención y genera preocupación y es que dichos vacíos conceptuales no solo se evidencian en los estudiantes sino también en docentes, sobre todo en los temas que anteceden a la genética y estos son los

procesos de división celular como la mitosis y la meiosis, base fundamental para entender por ejemplo que es un cromosoma, un gen, un alelo, etc.

Adicional a ello, vale la pena resaltar que la enseñanza de la genética en la escuela, se ha basado simplemente en la realización de ejercicios de manera mecánica, inclusive de especies que los niños no conocen y de los cuales no se encuentra relación alguna con los verdaderos problemas que acontecen en su quehacer diario, por lo que resulta aburrido para ellos y poco significativo, lo que se evidencia en los altos índices de mortalidad académica y en el rechazo hacia la asignatura de las ciencias naturales.

Debido a lo expuesto anteriormente, se hace necesario rediseñar la forma de orientar este conocimiento tan importante y valioso para las ciencias naturales, por lo que se empieza a realizar una búsqueda de estrategias implementadas por otros docentes o investigadores que permita conocer el estado del arte y a partir de allí tomar y reformar ideas y en ese sentido, diseñar una unidad didáctica que permita tener en cuenta las ideas previas de los estudiantes, para que a partir de allí se planteen problemas a los cuales los estudiantes les encuentren un verdadero significado y los puedan relacionar con su contexto, permitiendo de esta manera la construcción de conocimientos y por ende el desarrollo actitudes positivas hacia la ciencia, por otra parte se favorece en los estudiantes las habilidades propias del pensamiento crítico, las cuales conllevan al estudiante a ser más reflexivo sobre sus procesos de aprendizaje, además de incentivar en

ellos una postura crítica sobre los procesos que se dan hoy en día a nivel genético.

Dadas las consideraciones anteriores se plantea la pregunta problema la cual se espera resolver una vez aplicada la unidad didáctica diseñada. ¿Cuál es el aporte de la resolución de problemas como dimensión del pensamiento crítico para favorecer el aprendizaje de la genética mendeliana?

3. JUSTIFICACIÓN

Actualmente se ha considerado importante la alfabetización de carácter científico, en la cual los estudiantes deben de tener un mínimo de conocimientos sobre los múltiples fenómenos que ocurren en su cotidianidad, los cuales tienen explicaciones científicas que los respaldan, pero que infortunadamente debido al desinterés de nuestra comunidad por aprender o comprender ciertos fenómenos nos lleva a la reducción de un saber meramente empírico y fundamentado más en mitos que en un saber científico.

Es de considerar que, el aprendizaje de las ciencias naturales y más específicamente el aprendizaje de la genética, es uno de los temas en los cuales los estudiantes presentan mayores dificultades cognitivas, ya que este a través de la historia, es un tema ha sido presentado por parte de los docentes como un tema en el que simplemente se proponen una serie de códigos para “resolver un problema” mecánicamente, sin contribuir al razonamiento y a la reflexión en torno al mismo, obteniéndose como resultado respuestas que no se relacionan de ninguna manera con su conocimiento cotidiano y desprovistas de una interpretación o análisis científico, lo que produce en los estudiantes una escasa capacidad para resolver problemas y por tanto obstaculiza el desarrollo del pensamiento crítico.

Resulta necesario entonces, que no solamente este tema de genética mendeliana este incluido en el currículo de ciencias naturales de la básica secundaria, sino también los docentes busquen constantemente estrategias didácticas que permitan la relación ente el conocimiento científico y el conocimiento escolar, y así mismo desarrollen actividades que permitan al estudiante su comprensión y reconozcan en la resolución de problemas una ruta para favorecer el pensamiento crítico y por ende el aprendizaje de la genética mendeliana ya que como se ha mencionado anteriormente, hoy en día este campo de la ciencia tiene

implicaciones científicas, sociales y éticas en cuanto al desarrollo de la biotecnología, rama mediante la cual se busca la solución a varios problemas de tipo ecológico, agrícola, medicinal, entre otros.

Adicionalmente, es de tener en cuenta que la enseñanza de las ciencias en general y de la genética en particular permite que los estudiantes desarrollen dentro del aula un trabajo colaborativo creando de esta manera la posibilidad de desarrollar habilidades comunicativas, puesto que dan a conocer sus puntos de vista, los cuales deben defender basados en argumentos, sin dejar de lado que se debe valorar las perspectivas de sus compañeros. De esta manera, se alcanzaría una construcción conjunta del conocimiento y por otro lado se le daría importancia al papel que juega por un lado el docente como orientador de procesos académicos y formativos y por otro lado la escuela como un espacio formador de personas con capacidad para discutir y defender sus ideas dentro de un marco del respeto por el compañero.

Por otra parte, se busca que el presente trabajo sea de utilidad para otros docentes y que este sea la base para que ellos implementen la búsqueda de estrategias didácticas que motiven a los educandos por el aprendizaje de las ciencias específicamente de la genética, y en donde se vea la escuela como un espacio para la participación y la construcción de una sociedad que no debe ser ajena a los avances biotecnológicos que hoy en día han permitido avanzar la ciencia a pasos agigantados y que genera tantos interrogantes en nuestra sociedad.

4. REFERENTE TEÓRICO

El proceso educativo a través de la historia ha tenido ciertos paradigmas que han intentado entender y por tanto dar explicación a la forma como se deben orientar los conocimientos en el aula de clase y a su vez, la forma como los estudiantes desarrollan e integran a su mente dichos conocimientos y los aplican a su realidad. Inicialmente la enseñanza se reducía a la simple transmisión de conocimientos a unas personas que no tenían ninguna base cognitiva y por tanto todo aquello que “aprendían” simplemente se reproducía sin tener ninguna trascendencia en los estudiantes.

Actualmente, dadas las múltiples discusiones que se han venido dando en el campo de la educación, se ha logrado que los docentes se cuestionen sobre las estrategias didácticas que deben implementar a la hora de enseñar, ejemplo de ello es el modelo constructivista, el cual postula la importancia de valorar las ideas previas de los estudiantes, sus inteligencias múltiples, además de sus emociones, teniendo en cuenta que estas son una parte clave en el momento del aprendizaje, pues de allí parte la motivación que tenga un estudiante para aprender un conocimiento nuevo.

Otro campo de investigación en la didáctica de las ciencias muy discutido hoy en día es el pensamiento crítico, el cual está enfocado en la formación de un estudiante intuitivo, con capacidad de reflexionar sobre los problemas de su entorno y ayudar en la búsqueda de una posible solución, un estudiante que no se reduzca a ser un mero reproductor de conocimientos, sino que como un actor activo en el aula busque con la orientación de su docente y la colaboración de sus compañeros la construcción del conocimiento y la formación de pensamiento. Teniendo en cuenta estas implicaciones, para el desarrollo de este proyecto se toman varios componentes citados a continuación que sustentan la elaboración del mismo.

4.1. Pensamiento Crítico:

Actualmente las ciencias de la educación en general realizan continuas reflexiones en torno a las estrategias que deben utilizar los docentes a la hora de impartir sus conocimientos , dado que los múltiples problemas sociales, económicos, ambientales y políticos actuales a los que se ven enfrentados los seres humanos, requieren de personas que analicen críticamente dichos problemas y planteen a la sociedad soluciones que favorezcan la calidad de vida del ser humano y el desarrollo de la sociedad. Es por esto, que la educación debe tener como propósito fundamental generar en los estudiantes curiosidad y asombro por los contenidos que se enseñan, los cuales no deben ser más que un reflejo de los problemas a los que se verán enfrentados en la sociedad, esto conlleva a que la formación en pensamiento crítico deba ser un pilar en la enseñanza en general y en la enseñanza de las ciencias en particular, puesto que estas influyen de manera inherente en la vida de todo ser humano (Tamayo O. Z., 2015)

Son muchos los estudios científicos que se han realizado en torno a este campo de investigación, se han dado diferentes definiciones, se le ha asignado diferentes habilidades, categorías, dimensiones, pero hay que resaltar que de manera general la mayoría concuerdan en que este tipo de pensamiento es el que debe ser desarrollado en las escuelas, pues como se mencionaba anteriormente hoy en día se hace necesario que los seres humanos actúen de manera crítica y reflexiva frente a los problemas que se presentan en la sociedad. A continuación, se muestran algunas de las reflexiones que han realizado diferentes autores sobre lo que es el pensamiento crítico.

El pensamiento crítico es reconocido como una competencia académica básica aplicable en diversos ámbitos de la vida de cualquier persona, y así como la lectura y la escritura, necesita ser tenida en cuenta en el currículo de toda

Institución Educativa, Alwehaibi, 2012, citado por (Causado, 2015). Ante esta consideración, el pensamiento crítico se convierte en un tipo de pensamiento necesario para desarrollar en las escuelas para garantizar el desarrollo y adaptación del individuo en un mundo en constante cambio.

Para Wade (1995) citado por (Causado, 2015) el pensamiento crítico es un proceso que implica el planteamiento de preguntas, la definición de problemas, el análisis de suposiciones, además de la importante consideración de las perspectivas e interpretaciones del otro (p,20). Por otra parte, (Causado, 2015) cita a Elder y Paul (2003) quienes afirman que generalmente los pensadores críticos hacen preguntas cruciales, piensan de forma objetiva, recopilan y evalúan información relevante, saben comunicarse efectivamente y plantean soluciones a problemas complejos.

(Causado, 2015) hace referencia por otra parte a Patiño (2010) quien afirma que, la formación del pensamiento crítico está vinculada con el desarrollo de capacidades que buscan que el estudiante aprenda por sí mismo, sea autosuficiente, potencie el espíritu creativo, curioso, innovador, emprendedor e investigador; que le son innatos como ser humano pensante. De esta forma, crea estructuras mentales flexibles, abiertas, dispuestas al cambio y con deseos de saber, la cual se perfecciona por los procesos de cuestionamientos permanentes, razonamientos, solución de problemas, etc, y son estas habilidades las que se busca desarrollar en los estudiantes a través del desarrollo de problemas de genética mendeliana. De esta forma el desarrollo del pensamiento crítico se convierte en la base para la preparación de individuos que aprendan a cuestionarse el porqué de las cosas, actitudes que se encuentran en los discursos científicos y filosóficos del mundo. (López, 2014) citado por (Causado, 2015).

Cabe notar que (Causado, 2015) pone en consideración múltiples citas que hacen referencia al pensamiento crítico como un campo de investigación que

actualmente deben tener en cuenta todos los docentes en sus planes de estudio, ya que, a través de este los estudiantes logran identificar y resolver problemas, procesos de aprendizaje en los cuales que se desarrolla la capacidad de innovar, emprender e investigar, creando así un tipo de estudiante autosuficiente y consciente de sus procesos metacognitivos.

Por otra parte, Chaffee (1992) citado por (Vélez, 2013) considera que el pensamiento crítico involucra distintas actividades cognitivas:

“la solución de problemas y la toma de decisiones informadas, el despliegue de evidencias y argumentos para sustentar un punto de vista, la evaluación crítica de la lógica y la validez de la información, la aplicación del conocimiento en contextos diferentes y situaciones nuevas y la exploración de problemas y hechos desde perspectivas múltiples” (p. 20)

(Vélez, 2013) plantea que, la tarea principal de la educación es generar condiciones pedagógicas y didácticas suficientes para que los estudiantes desarrollen su pensamiento y su autonomía intelectual, se transforme constantemente el conocimiento, se fortalezca la relación con los contextos y se le dé una importancia estratégica al manejo de la información

Por otra parte, varios de los investigadores que trabajan el pensamiento crítico han elaborado una serie de habilidades que consideran fundamentales para el ejercicio del mismo, estos coinciden en que todo pensador crítico debe poseer ciertas habilidades cognitivas como lo son la interpretación, el análisis, la evaluación, la inferencia, la explicación y la autorregulación. También mencionan las disposiciones mentales, que son aquellas que le permiten al individuo definirse como tal: humildad intelectual, empatía intelectual, autonomía intelectual,

integridad intelectual, perseverancia, cuestionamiento permanente, confianza en la razón e imparcialidad.

Así mismo, (Tamayo O. , 2014) manifiesta que es posible transformar nuestras dinámicas educativas e investigativas, utilizando el pensamiento crítico como una herramienta conceptual y metodológica, e incluso como un recurso intelectual. De manera particular menciona que en el contexto colombiano se hace pertinente asumir una posición integradora, interdisciplinar, que permita articular las dinámicas de formación y desarrollo científico y tecnológico con los grandes conflictos sociales, políticos e ideológicos que coexisten en nuestra región. En síntesis, para Tamayo, el desarrollo del pensamiento crítico se podría convertir en una estrategia para la emancipación individual y colectiva, en la que son imprescindibles los procesos educativos y por tanto, la producción de información y conocimiento y es por ello, que se requiere que el sistema educativo oriente esfuerzos en función de lograr su formación, lo que conlleva a que el actuar de los maestros en las aulas, en las instituciones educativas y en los diferentes contextos formadores tenga como función, no solo aportar a la formación integral de los estudiantes sino, de manera particular, potenciar el desarrollo del pensamiento crítico en ellos. Los profesores son determinantes en la formación del pensamiento crítico en los estudiantes, lo cual exige que participen de manera consciente e intencionada en el desarrollo de sus propias habilidades de pensamiento crítico.

Para (Tamayo O. , 2014) la formación del pensamiento crítico en los estudiantes es uno de los propósitos de la educación y en particular de la didáctica de las ciencias. Para él, hablar de pensamiento crítico en la actualidad dista mucho del seguimiento de normas y prescripciones, es decir, va mucho más allá del salón de clases y, por tanto, se relaciona con la reflexión, la resolución de problemas, la toma de decisiones, entre otras habilidades. También se relaciona con las

actitudes, los valores y los intereses de las personas. En el marco de este tipo de formación, el estudiante debe ser activo frente al proceso de aprendizaje.

Formar pensamiento crítico en los estudiantes exige la discusión de aspectos como: el reconocimiento de la estructura cognitiva del sujeto, su historia, experiencia, pensamiento. Fomento de relaciones entre la ciencia y su conocimiento público, sobre las relaciones entre ciencia, tecnología, ambiente y desarrollo. Valoración de la dinámica propia de la ciencia, su funcionamiento interno y externo que la hacen funcional según el contexto y las condiciones de enseñanza y aprendizaje. Priorización de los procesos conscientes y autorregulados en el aprendizaje de las ciencias, como mecanismo que permita profundizar y comprender como aprende el sujeto, para articularlo a procesos de enseñanza. Reconocimiento de la escuela como escenario que brinda la posibilidad de acceder al conocimiento y donde recoge aportes fundamentales para construir y reconstruir el conocimiento de una manera consciente e intencionada. (Tamayo, 2104. p. 33).

Por otra parte, (Tamayo O. Z., 2015) dice que el pensamiento crítico se constituye hoy como el propósito central de la didáctica de las ciencias, él considera que es fundamental que se formen sujetos y comunidades que piensen y actúen críticamente a partir de los conocimientos aprendidos en la escuela. Es decir, que el objetivo actual de la didáctica de las ciencias es llegar a la constitución del pensamiento crítico, lo cual exige nuevas formas de entender las relaciones entre los estudiantes, los profesores y los saberes; según él, es a partir del actuar del maestro en su contexto de aula como se puede incidir en el desarrollo del pensamiento crítico, el cual debe estar articulado a los procesos cognitivos conscientes a promover espacios para la autorregulación que permiten brindar apoyo para la planeación, el monitoreo y la evaluación.

(Tamayo O. Z., 2015) propone que para formar pensamiento crítico en los estudiantes es necesario:

- ✓ Reconocer la estructura cognitiva del sujeto, su historia, experiencia y pensamiento.
- ✓ Fomentar relaciones entre la ciencia y su conocimiento público.
- ✓ Valorar la dinámica propia de la ciencia según el contexto y las condiciones de enseñanza aprendizaje, con el objetivo de ayudarles a comprender mejor cómo funciona la ciencia y la tecnología contemporáneas.
- ✓ Implantar procesos conscientes en el aprendizaje de las ciencias, como mecanismo que permita profundizar y comprender como aprende el sujeto.
- ✓ Estimar a la escuela como un espacio donde el niño enriquezca su intelecto y recoja aportes fundamentales para construir el conocimiento de una manera consciente. (Tamayo, 2015, p.117)

En síntesis, la reflexión a la cual nos lleva este autor es la de cambiar el propósito central de la educación sea la formación de pensamiento y en particular la enseñanza de las ciencias aporte a la apropiación crítica del conocimiento científico, para de esta manera generar en los estudiantes diferentes actitudes hacia la ciencia y, por tanto, permita la constitución y el desarrollo del pensamiento crítico en el aula.

(Tamayo O. Z., 2015) conceptualiza el pensamiento crítico en torno a tres dimensiones centrales como lo son la argumentación, la resolución de problemas y la metacognición.

4.2. Resolución de Problemas como dimensión del pensamiento crítico:

Como se ha mencionado, el campo de la genética aborda temas que están relacionados con la ciencia la tecnología y la sociedad, por ello la comprensión de este permite que los estudiantes estén en la capacidad de tomar decisiones frente a los problemas que se presentan en el mundo actual, es por esto que a través de la enseñanza de las ciencias naturales se deben desarrollar habilidades que potencian el pensamiento crítico y que permita que la sociedad vea en la escuela un espacio en donde su función sea formar críticamente a los estudiantes.

Como lo plantea (Tamayo O. Z., 2015) el pensamiento crítico, es el tipo de pensamiento requerido para resolver problemas, debido a las múltiples respuestas que se puedan dar frente a un problema, lo que indica que a través de este no se resuelve un problema de manera única, y es por ello que relaciona el pensamiento crítico con la resolución de problemas como una actitud frente al conocimiento y hacia la vida

Por otra parte (Tamayo O. Z., 2015) se refiere al pensamiento crítico y a la resolución de problemas como dos componentes que están estrechamente relacionados y cita por ejemplo a Laskey y Gibson (1987) quienes plantean que el pensamiento crítico es un conjunto de actividades que involucra la resolución de problemas, el pensamiento lógico, el análisis, la evaluación y la toma de decisiones; y para que esto sea posible proponen plantear diferentes tipos de preguntas en el aula que potencien el desarrollo de habilidades como la interpretación, la aplicación, el análisis, la síntesis y la resolución de problemas.

Es importante destacar en el estudio de (Tamayo O. Z., 2015) la importancia que le da a la relación que existe entre pensamiento crítico y resolución de problemas, ya que a través de la resolución de estos los seres humanos deben de demostrar

y sacar a flote muchas habilidades cognitivas y actitudes que son en sí parte del pensamiento.

A continuación, se mencionan otros autores que han centrado sus investigaciones en la resolución de problemas como una estrategia didáctica que permite una mejor comprensión del mundo que nos rodea:

Garret (1987) citado por (Narváez, 2014) define un problema como una “situación enigmática” es decir, aquella que no es solucionable ni resoluble sino solo comprensible. A estas situaciones el autor las denomina “problemas verdaderos”, (p. 3) mientras aquellas que potencialmente pueden ser resueltas dentro de un paradigma las denomina “rompecabezas”. De igual manera este autor plantea, que cada persona, en dependencia de su personalidad, de las estrategias o de recursos de que disponga y de su conocimiento, pueda tomar una determinada situación bien como un problema o bien como un rompecabezas, lo cual lleva a pensar que el considerar una situación dada como problema o no, es algo estrictamente personal. Este planteamiento concuerda con el de varios autores que manifiestan que, si para la resolución de un problema se requiere solo la aplicación de un algoritmo, esto no puede ser considerado como un problema. Si por el contrario para su solución se hace indispensable seleccionar o integrar dos o más algoritmos mediando procesos de análisis y razonamiento, este podría ser considerado como un problema independiente. Esto lleva a pensar que en múltiples ocasiones aquello que es considerado por los docentes de ciencias como un problema, no pasa de ser un simple ejercicio y que, en consecuencia, lo que determina si la situación planteada constituye o no un problema, son las etapas que implica su resolución.

¿En qué consiste la resolución de problemas? Para Garret resulta más afortunado referirse a “enfrentarse” a un problema que a “solucionarlo”; en este sentido considera que el enfrentarse a un problema implica un proceso de pensamiento

creativo y define la creatividad en términos de originalidad y utilidad de una posible solución a una situación dada.

Por otra parte Perales (1998) citado por (Narváez, 2014), dice que la resolución de problemas es algo que cualquier estudiante relaciona con la enseñanza de las ciencias o las matemáticas, lo cual, según él, se identifica con las listas interminables de problemas suministrados por el profesor y en las que el estudiante no encuentra relación alguna con los problemas que acontecen en su quehacer diario, lo que desencadena resultados frustrantes: “altos índices de fracaso escolar, rechazo hacia las ciencias y descensos en la inscripción de estudiantes a carreras de carácter científico” todo lo cual genera entonces la necesidad de renovar este tópico en el ámbito educativo. Como lo menciona (Narváez, 2014) para Perales, un problema “es cualquier situación prevista o espontánea que produce por un lado un cierto grado de incertidumbre y por el otro, una conducta tendiente a la búsqueda de su solución”. Considerado de esta manera, aún existe discusión en cuanto a la naturaleza misma del problema, es decir, si este se refiere a una resolución de ejercicios que se resuelven utilizando cálculos matemáticos o si abarca aquellas dimensiones donde el problema es cualitativo y se refiera a una situación de la vida cotidiana que aún no ha sido resuelta por el sujeto quien la enfrenta. Por tanto, la existencia de un problema y el interés en la búsqueda de su solución promueven el diseño de estrategias metodológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en donde los estudiantes deben confrontar sus ideas previas y sus saberes con las teorías del mundo científico, permitiendo el desarrollo de distintas habilidades cognitivas y actitudes positivas hacia la ciencia, las cuales permitan evaluar el aprendizaje científico del estudiante. A su vez, la búsqueda de los estudiantes por resolver un problema debe implicar estrategias de organización y análisis de la información suministrada por el mismo, con el fin de que el estudiante realice procesos metacognitivos que lo conduzcan a interrogarse sobre cuál es la mejor ruta para resolver dicho

problema, que conocimientos previos puede usar para resolver el problema, entre otros, que le permitan resolver el problema o replantearlo para llegar a su resolución, así como lo proponen Sigüenza y Sáez (1990) citados por (Narváez, 2014) quienes proponen que el análisis crítico de los resultados, seguidos de una cuidadosa evaluación permiten constatar si se ha resuelto el problema o por el contrario se deben analizar nuevamente los pasos para encontrar la solución.

(Martínez, 2006) hace referencia específicamente a la resolución de problemas en ciencias, y plantean que en la enseñanza de la genética la resolución de problemas es reconocida como una estrategia esencial, sin embargo, la presentación de problemas cerrado y el estudio de la herencia centrado más en plantas y animales que en ser humano, sumado a la transmisión tradicional de conceptos, puede provocar que los estudiantes reproduzcan conceptos carentes de significado, no puedan comprender y explicar los conocimientos que se aplican en la resolución de problemas, y construyan ideas erróneas acerca de la ciencia y sus formas de producción.

En este sentido (Corbacho, 2009) a través de sus investigaciones concluye que los estudiantes aplican algoritmos para la resolución de problemas o para hacer representaciones como la tabla de Punnett sin que ello implique la comprensión de los conceptos involucrados en su resolución, reafirmando de esta manera lo que plantea (Ayuso E. B., 1996) quien dice que cuando los estudiantes resuelven bien problemas la aplicación de conceptos debería ser consecuencia de que se comprende el significado, pero la falta de justificación y representación gráfica o la justificación incorrecta hace prever que no es así. Para el caso de la resolución de problemas de genética, este autor ha evidenciado según sus investigaciones que los estudiantes recuerdan de memoria definiciones incompletas, sin embargo, no comprenden la secuencia de procesos como la segregación de cromosomas y cromátides durante la meiosis y manifiestan nociones erróneas sobre la

localización y transmisión de la información hereditaria. Por tanto, este autor propone modificar las prácticas de enseñanza incorporando la resolución de problemas abiertos relacionados con la vida cotidiana, por ejemplo, mediante la metodología de resolución de problemas como investigación.

Autores como (Ayuso E. B., 1996) plantean como interrogante si los estudiantes resuelven problemas o realizan ejercicios, pues según ellos, se observa que con frecuencia los docentes recurren a los problemas de genética de los libros de texto, los cuales según ellos se reducen a ejercicios de lápiz y papel, tienen un enfoque causa – efecto, generalmente son cerrados y tienen una única solución y en su mayoría hacen referencia a especies desconocidas por los estudiantes (ejemplo el don diego de noche) al igual que a características hereditarias poco escuchadas por ellos (alas vestigiales), lo que conlleva a que los estudiantes carezcan de interés hacia este tema en particular. Estos autores ponen en evidencia que a pesar de que los estudiantes hacen un buen uso de los códigos para realizar por ejemplo un cruce o manifiestan entender y diferenciar los términos de homocigosis y heterocigosis, o entre dominancia y recesividad; no tienen claro cómo se reproducen las plantas y los animales, a su vez de que presentan dificultades en el momento de representar los cromosomas, los genes y los alelos; ejemplo de ello es la confusión que presentan entre términos cromátides y cromosomas homólogos. De este modo, se pone en evidencia que el conocimiento del algoritmo es imprescindible en el momento de contrastar hipótesis y tiene cierto potencial para promover el aprendizaje de conceptos, sin embargo, al usar el algoritmo de forma confusa y equivocada, la realización de estas tareas no puede ser considerada como la resolución de un problema, sino más bien como realización de un ejercicio.

Como lo plantea (Ayuso E. B., 1996) como respuesta a la situación planteada anteriormente, muchos docentes han considerado necesario modificar el enfoque

de estas actividades de manera que la resolución de un problema verdadero implique comprender su naturaleza, analizar los datos y valorar los resultados obtenidos, estos autores proponen la resolución de problemas de tipo efecto – causa, los cuales les resultaron suficientes para poner de manifiesto como el dominio del algoritmo es suficiente para resolver con éxito estos problemas, es decir, que como lo señala Stewart (1983) citado por (Ayuso E. B., 1996) resolver correctamente los problemas no significa que se ponga en práctica los conocimientos adecuados y por ello se tiende a mecanizar la resolución de los mismos, lo cual limita bastante el aprendizaje de un conocimiento en particular, a partir de ellos.

Dichos autores creen que es posible modificar esta tendencia para que los problemas de genética contribuyan a que los estudiantes comprendan mejor la estructura conceptual de la genética, mediante la puesta en práctica de conceptos fundamentales sobre la herencia biológica; ejerciten a los estudiantes en los aspectos básicos del trabajo científico con el fin de comprender la naturaleza de la ciencia como una actividad intelectual. Proponen que se debe comenzar por situaciones sencillas, procurando que el objeto del problema tenga interés para los estudiantes, por ejemplo, sobre genética humana y propiciar que fueran ellos quienes recogieran los datos del problema, más que proporcionárselos en un enunciado. A medida que los estudiantes adquieran mayor experiencia sobre estos contenidos, deben presentárseles problemas de mayor complejidad favoreciendo de esta manera la deducción de información básica y la emisión de hipótesis. Plantean además que los problemas sean abordados en todo momento del proceso de enseñanza – aprendizaje, ya que estos constituyen actividades excelentes para reestructurar los conocimientos y para hacer efectivo el aprendizaje, dado que se plantea una acción dinámica del mismo basado en la comprensión y en la acción, todo esto sin dejar de lado que se promueva el trabajo en equipo, característica propia del trabajo científico y por último y no menos

importante situar al docente en un plano diferente al habitual, colaborando con los estudiantes para ayudar a encontrar solución a la situación planteada.

En ese sentido se considera importante citar a (Tamayo O. , 2014) quien describe los niveles para evaluar la calidad de la solución de problemas:

Nivel 1	Redescripción de la experiencia, enuncia el problema y describe el experimento según sus observaciones o utiliza datos de las instrucciones para justificar sus repuestas.
Nivel 2	Redescripción de la experiencia de manera libre, ha realizado la experiencia anteriormente, utiliza opiniones, describe lo que sintió durante las experiencias o utiliza analogías.
Nivel 3	Identificación de una o dos variables, en este nivel se reconocen las variables sin realizar algún tipo de relación entre ellos.
Nivel 4	Resolución del problema de manera inadecuada identificando y relacionando variables y justificando o no dichas relaciones.
Nivel 5	Resolución de problemas de manera adecuada, identificando, relacionando variables y justificando o no dichas relaciones.

Tabla 1 Niveles para evaluar la calidad de la resolución de problemas (tomado de pensamiento crítico dominio específico en la didáctica de las ciencias, Tamayo, 2014)

Por otra parte, Polya (2008) citado por (Tamayo O. Z., 2015) plantea una serie de pasos para resolver un problema:

Paso 1: entender el problema, ¿entiendes todo lo que dice? ¿puedes replantear el problema con tus propias palabras? ¿distingues cuáles son los datos? ¿sabes a que quieres llegar? ¿hay suficiente información? ¿hay información extraña? ¿haz resuelto un problema similar a este?

Paso 2: configurar un plan, ¿Cuántas variables hacen parte del problema? Haz una lista. Resolver un problema equivalente.

Paso 3: ejecutar el plan, implementar las estrategias que escogiste para solucionar el problema.

Paso 4: mirar hacia atrás, ¿es tu solución correcta? ¿tu respuesta satisface lo establecido en el problema? ¿adviertes una solución más sencilla? ¿puedes ver como extender tu solución a un caso general? (p. 125)

Al leer detenidamente los pasos que propone Polya (2008) se puede observar que se relacionan estrechamente con una de las categorías que (Tamayo O. Z., 2015) propone como parte del pensamiento crítico: la metacognición, la cual no es más que el conocimiento que tienen las personas sobre sus propios procesos cognitivos, dado que, a partir del cuestionamiento al que conllevan estas preguntas los estudiantes monitorearían y controlarían sus procesos de pensamiento, lo cual es característico de un pensador crítico.

4.3. Aprendizaje de la Genética:

(Ayuso G. &., 2002) han investigado constantemente las dificultades que presentan los estudiantes al aprender contenidos relacionados con la herencia biológica, un tema que según ellos cobra importancia educativa debido a que se plantea que si un estudiante está bien informado y tiene conocimientos básicos sobre la genética, está en la capacidad de comprender las repercusiones sociales y tecnológicas que tienen los avances en estos temas, por otra parte plantean que

las estrategias que se desarrollen para la resolución de problemas de genética inciden en el desarrollo de las capacidades intelectuales y ayuda a contribuir para que los estudiantes perciban el conocimiento científico, como producto, en continua revisión, del trabajo de una comunidad científica.

En la misma línea, estos autores plantean que, para desarrollar la enseñanza de la genética se requiere considerar que los estudiantes tienen unos conocimientos previos y es a partir de allí que se construye el conocimiento, considerando que la resolución de problemas es un referente importante para el desarrollo de los contenidos. Para el caso de la genética son muchos los factores que inciden en las concepciones de los estudiantes, por un lado está el ámbito familiar, por otro los medios de comunicación, además de los conceptos que escuchan en la escuela; lo que conlleva fácilmente a confusiones cognitivas, que generan que los estudiantes den explicaciones poco precisas en relación a varios fenómenos cotidianos y por tanto se dificulte la comprensión de temas que repercuten a nivel social y tecnológico como lo son en este caso, los alimentos transgénicos, el genoma humano, la clonación, entre otros.

Según los autores antes mencionados, los estudiantes deben de alcanzar unos objetivos que permitirían conocer cuando un estudiante ha comprendido el conocimiento de la herencia biológica:

- ✓ Todos los seres vivos están formados por células; éstas contienen los cromosomas.
- ✓ La diversidad en los seres vivos es consecuencia de características hereditarias y de otras que no lo son.
- ✓ Todas las células de un organismo tienen cromosomas; en ellos se localiza la información hereditaria.
- ✓ Por tanto, todos los seres vivos tienen células, cromosomas e información hereditaria.

- ✓ La expresión de la información hereditaria está influenciada por el medio ambiente; el fenotipo es el resultado de estas interacciones.
- ✓ En las células de organismos diploides los cromosomas se encuentran agrupados por parejas (cromosomas homólogos); cada miembro del par procede de uno de los progenitores.
- ✓ Los genes, estructuras responsables de la herencia biológica, se encuentran en los cromosomas.
- ✓ Todas las células somáticas de un organismo llevan el mismo material genético, aunque desempeñen distintas funciones.
- ✓ El conjunto de genes de un individuo constituye su genotipo.
- ✓ Los genes pueden presentar diferentes variedades: alelos.
- ✓ Cada alelo se encuentra en uno de los cromosomas homólogos.
- ✓ Para un determinado gen, los organismos pueden ser homocigóticos o heterocigóticos.
- ✓ La interacción entre los genes de un organismo responde a relaciones de dominancia, codominancia o dominancia incompleta.
- ✓ Los genes están constituidos por ADN. (Ayuso y Banet, 2002, p.141)

Vale la pena resaltar que después de la intervención en el aula con la unidad didáctica desarrollada en esta investigación, sería complejo esperar que un estudiante exhiba todos estos conocimientos, ya que a pesar de que se realicen diagramas sobre las estructuras como cromosomas, gen, alelo; se resuelvan problemas y se generen discusiones en torno al mismo, este es un tema que como se ha mencionado anteriormente por parte de varios autores, produce en los estudiantes y en los docentes conflictos cognitivos diversos que no permiten el logro de dichos objetivos.

Según los autores para proponer una secuencia sobre lo que deberían aprender los estudiantes, se debe primero interrogar sobre ¿Cuál puede ser la contribución de estos contenidos a la educación de los ciudadanos? y ¿en qué orden se deben desarrollar para favorecer el aprendizaje? Dichos interrogantes buscan encaminar la construcción del conocimiento con el fin de que este sea relevante desde el punto de vista individual y colectivo, por ello proponen en primer lugar, que el estudiante comprenda las características básicas de los seres vivos como su estructura celular o reproducción, es decir, que conozcan que los individuos se encuentran compuestos por células, que tienen reproducción sexual, entre otros, que permiten comprender los procesos que se llevan a cabo en la transmisión de la herencia biológica, así como el significado de los problemas de genética.

Ayuso y Banet (1996) exponen que, dado que los estudiantes en básica secundaria presentan dificultades para conocer la presencia de cromosomas y genes en las plantas, proponen que no es oportuno iniciar este tema con las leyes de Mendel como lo plantean la mayoría de libros de texto, si no que se reflexione sobre la variabilidad que existe entre los individuos de una misma especie, identificando las características hereditarias y diferenciándolas de aquellas que no lo son. Por otra parte, mencionan que es necesario que los estudiantes identifiquen los genes como partículas responsables de la herencia, en ese sentido se irían introduciendo como lo son cromosomas homólogos, heterocigosis, homocigosis, dominancia y recesividad.

A continuación, se presenta un cuadro en el que se consigna el planteamiento de actividades para la enseñanza de la genética según Ayuso y Banet (2002).

Actividad	Algunas referencias sobre su desarrollo
<p>Estudio de la diversidad de la clase (iniciación – desarrollo)</p>	<p><i>Propósito:</i> introducir a los estudiantes en los contenidos relacionados con la herencia biológica.</p> <p><i>Planteamiento del problema:</i> identificar qué características son hereditarias y cuales no lo son.</p> <p><i>Desarrollo:</i> trabajo en grupo.</p> <p>Diseño de estrategias para contrastar hipótesis.</p> <p>Delimitación del estudio (lóbulo de la oreja, lengua en U, color de ojos).</p> <p>Estudio de la diversidad de la clase.</p> <p>Estudio de la familia: realización de árboles genealógicos.</p> <p>Realización de informes.</p> <p><i>Finalización:</i> puesta en común de los resultados y conclusiones.</p> <p>Aportación de información por el profesor.</p>
<p>Lectura: los problemas de lápiz y papel (desarrollo)</p>	<p><i>Propósito:</i> conocer el algoritmo para resolver problemas de lápiz y papel.</p> <p><i>Planteamiento:</i> actividad dirigida por el profesor</p> <p><i>Desarrollo:</i> asignar símbolos a los alelos.</p> <p>Plantear modelo para representar cromosomas y genes.</p> <p>Determinar los genotipos de los padres.</p> <p>Identificar los gametos elaborados por los padres.</p> <p>Determinar los genotipos de los descendientes.</p> <p>Establecer los fenotipos de los descendientes.</p> <p>Calcular las proporciones de los descendientes.</p>

Tabla 2. Planteamiento de algunas actividades de enseñanza (Tomado de Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria, Ayuso y Banet, 2002)

Los autores manifiestan que esta clase de “ejercicios” anima a la manipulación inmediata y mecánica de datos de un problema, dificultando que los estudiantes reflexionen y encuentren sentido a los conceptos y a las estrategias implicadas en su resolución, lo que conlleva a que, si encuentran una solución adecuada, pero no reconozcan que las plantas por ejemplo tienen reproducción sexual y poseen cromosomas y genes. Sin embargo, estas estrategias resultan útiles en el momento en el que se pretenda resolver problemas causa – efecto, es decir, los presentados habitualmente para determinar fenotipos y genotipos, y que por consiguiente permitirán que más adelante el estudiante este en la capacidad de resolver situaciones problema más complejas y sin soluciones únicas, favoreciendo de esta manera el desarrollo del razonamiento científico. La siguiente tabla muestra un ejemplo para diferenciar los ejercicios de las situaciones problema:

Aplicación del algoritmo	Situación problemática
<p><i>Situación A:</i> en determinadas plantas, el alelo carácter tallo largo es dominante con respecto al alelo tallo corto. Responde las siguientes cuestiones:</p>	<p><i>Situación B:</i> Laura es una mujer de pelo oscuro que tiene un hermano de pelo claro y un hermano de pelo oscuro. Luis es un hombre de pelo claro que tiene una hermana de pelo oscuro. Teniendo en cuenta estas circunstancias responde a las siguientes cuestiones:</p>

<p>a. ¿Cuál será el genotipo y el fenotipo de la descendencia?</p> <p>b. Si cruzáramos dos plantas de la F1 ¿Cuál sería el genotipo y el fenotipo de la F2?</p>	<p>a. ¿Qué color de pelo pueden tener los padres de Luis?</p> <p>b. ¿Cuál puede ser el color de pelo de los padres de Laura?</p> <p>c. ¿Cuál es el carácter dominante?</p> <p>d. ¿Tiene algún significado el hecho de que las mujeres que hemos mencionado en el enunciado del problema tengan el pelo oscuro?</p> <p>e. ¿Cómo podrían ser los descendientes del matrimonio entre Laura y Luis?</p>
<p><i>Características:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Problema cerrado, causa – efecto, de solución única. ✓ Resolución algorítmica: asignación de letras mayúsculas y minúsculas a los caracteres, aplicación de los conceptos de dominancia, homocigosis, realización de 	<p><i>Características:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Problema abierto, efecto – causa con más de una solución posible. ✓ Análisis de datos, elaboración de hipótesis y predicciones, aplicación de algoritmo, interpretación de resultados, análisis de las posibles conclusiones.

cruces y obtención de solución.	
---------------------------------	--

Tabla 3 Distintos enfoques de los problemas de genética (Tomado de Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria, Ayuso y Banet, 2002)

Se enfatiza además en que el contenido de los problemas se refiera a aspectos relevantes desde el punto de vista educativo y que, en la medida de lo posible interese a los estudiantes, es decir que se cambie la forma como están presentados los ejercicios en los libros, con organismos poco conocidos o cuyas características sean también poco conocidas. Es de destacar que, estas actividades favorecen la construcción de conocimiento, permiten explicitar las ideas de los estudiantes o poner de manifiesto sus habilidades y destrezas para resolver las situaciones planteadas.

Ayuso y Banet (1996) proponen que para llevar sus planteamientos (anteriormente expuestos) al aula de clases se hace necesario: organizar de manera eficiente la clase para trabajar en grupo, diseñar actividades y elaborar materiales de aprendizaje y por último implicar de manera profunda al estudiante en el proceso educativo; lo cual no resulta una tarea fácil de lograr. Atendiendo a estas consideraciones, los autores aconsejan que esta sea una tarea gradual que favorezca el “entrenamiento” de docentes y estudiantes, los cuales obtendrán mayor seguridad y confianza y de este modo adquirirán competencias que respondan a los nuevos planteamientos educativos.

En esta misma línea Iñiguez, 2005 (Citado por Narváez, 2014) dice que la genética es uno de los ámbitos que más dificultades presenta, debido a la complejidad de sus contenidos, la naturaleza de los conceptos y las características de las estrategias de enseñanza. Numerosos estudios muestran que se trata de

una parte de la biología que presenta muchos errores conceptuales que pueden ser atribuidos a las concepciones alternativas o a la confusión existente entre términos como cromosoma, cromatides, gen, alelo, dominancia o recesividad. Por otra parte, dice que las experiencias en genética son difíciles de llevar a cabo de manera real e inmediata, estas circunstancias inducen al estudiantado a tener poca comprensión de los conceptos que se requieren para la adecuada identificación de los procesos que se llevan a cabo a nivel celular y que se requieren para la comprensión de los procesos para la transmisión de la información hereditaria.

Otro planteamiento acerca de la dificultad para comprender los contenidos de genética, es que estos se califican como hipotéticos y formales que según las etapas de desarrollo propuestos por Piaget corresponden a un estadio de desarrollo cognitivo que se da entre los 12 y 15 años de edad, por lo que muchos de los estudiantes aun no poseen las destrezas apropiadas de razonamiento hipotético – deductivo, y por ello esta sería la principal fuente de dificultades para la resolución de situaciones problema, la interpretación de resultados y la verdadera comprensión de la naturaleza del material genético y su ubicación en la célula. (Mitchell y Lawson, 1988. Citado por Narváez, 2104).

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL:

Identificar el aporte de la resolución de problemas como dimensión del pensamiento crítico para favorecer el aprendizaje de la genética mendeliana.

5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- ✓ Identificar las concepciones alternativas de los estudiantes sobre la genética mendeliana.
- ✓ Diseñar y proponer situaciones problema que permitan comprender los conceptos utilizados en genética mendeliana.
- ✓ Determinar los avances de los estudiantes en la forma como resuelven problemas de genética mendeliana.

6. METODOLOGÍA

6.1. Contexto de la investigación:

Teniendo en cuenta que el objetivo central de la presente investigación es identificar el papel de la resolución de problemas como una dimensión del pensamiento crítico para potenciar el aprendizaje de la genética mendeliana, en este trabajo investigativo se realizó inicialmente un cuestionario individual de ideas previas en el cual se planteaban situaciones problema que podían ser resueltas con base en los conocimientos adquiridos en su contexto escolar, social y familiar.

Posteriormente se realiza el diseño de una unidad didáctica en el que se realizan diversas actividades secuenciales individuales y grupales, en las cuales se iban introduciendo nuevos términos o nuevos procesos tendientes a la comprensión de los principios de la genética mendeliana y de esta manera plantear a los educandos estudios de caso en los que debían analizar las variables presentadas en los problemas y sus posibles relaciones, para de esta manera pudieran dar solución a los mismos.

Luego, se realiza una entrevista en la que son grabados los estudiantes, para así poder analizar de una manera más profunda palabras claves que ellos utilizan al momento de resolver un problema y que de cierta manera, por ser respuestas de tipo oral, brindan un campo de análisis más significativo para el investigador, de esta manera se logra determinar cuáles fueron los avances conceptuales de los estudiantes en cuanto a la comprensión de los procesos ocurridos durante la transmisión de la herencia biológica.

La implementación de la unidad didáctica se realiza con estudiantes del grado noveno cuatro de la Institución Educativa Alvernia ubicada en el barrio San Martín del Municipio de Puerto Asís, Departamento del Putumayo, dicha Institución es de carácter oficial y ofrece educación en los niveles de pre-escolar, básica y media de

modalidad académica cuya misión es la de liderar acciones interinstitucionales que contribuyan en la formación integral de hombres y mujeres con diversidad social y cultural, permitiéndolos desarrollar y potenciar dimensiones cognitivas, socio afectivas, espirituales, éticas, físicas y culturales para proyectarlas a la sociedad.

La institución cuenta con cuatro sedes, una de ellas especialmente para la básica secundaria y media con aproximadamente 1200 estudiantes, agrupados en 32 grupos, para el grado noveno hay cinco grupos, en este caso el grado noveno cuatro, objeto de estudio cuenta con 25 estudiantes cuyas edades oscilan entre los 13 y los 16 años, compuesto por 17 mujeres y 8 hombres.

Es importante también resaltar que por ser Puerto Asís un municipio cuya economía está basada en un porcentaje considerable en la explotación de petróleo y algunos otros minerales, entre ellos el oro por parte de algunas multinacionales o grupos familiares, este hecho genera en los estudiantes interés hacia estudios relacionados con la ingeniería de petróleos o la geología, sin embargo, otros estudiantes son conscientes de la problemática ambiental generada por este tipo de prácticas y consideran que es mejor realizar carreras universitarias afines a la gestión o ingeniería ambiental con el fin de buscar

estrategias que minimicen los impactos ecológicos generados por las mismas.

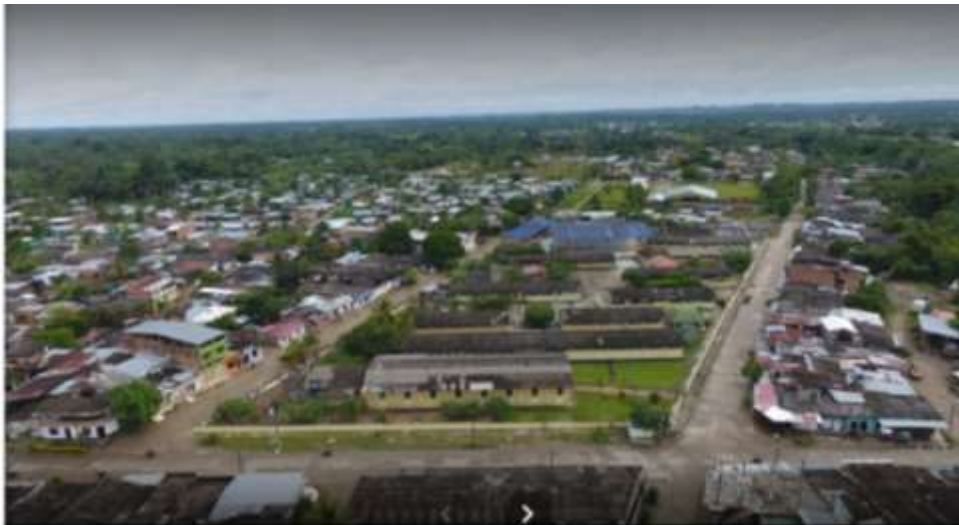


Figura 1: Institución Educativa Alvernia (tomado de institucionalvernia.galeon.com)

6.2. Tipo de la investigación:

La presente investigación se enmarca dentro de una metodología cualitativa de corte descriptivo, (Hernandez, 2006) la cual permite obtener los diferentes puntos de vista de los participantes con el fin de comprender a las personas y a sus contextos, y de esta manera, hacer presunciones acerca de cómo resuelven problemas los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Alvernia.

6.3. Diseño de la investigación:



Figura 2 Diseño metodológico (elaboración propia)

Este diseño se realiza en forma de espiral teniendo en cuenta las características propias de la metodología cualitativa, en la cual no se sigue un orden estricto de pasos, sino que nos permite recoger los diferentes datos y si es necesario devolvemos a momentos anteriores, para de esta manera corregir los errores cognitivos o vacíos conceptuales que tienen los estudiantes durante su proceso de aprendizaje, es por ello que siempre se está realizando un rastreo con los datos y los diferentes apartes que tiene el marco teórico, de esta manera se puede rediseñar algunas de las actividades propuestas durante el desarrollo de la unidad didáctica y así cumplir con los objetivos propuestos.

En este caso específicamente se inicia con un cuestionario de ideas previas, el cual busca identificar obstáculos y fortalezas en los estudiantes, para a partir de

allí, diseñar una unidad didáctica la cual tenía en cuenta durante su desarrollo los datos arrojados por los estudiantes los cuales debían articularse con los referentes dados en el marco teórico para así determinar las actividades que debían seguir desarrollando los estudiantes. En la fase final, se aplicaron dos instrumentos (estudio de caso y entrevista) que permitieron la recolección precisa de datos para poder determinar en qué nivel de la calidad de resolución de problemas se ubicaba cada uno de los estudiantes y por ende analizar como la resolución de problemas como una dimensión del pensamiento crítico favorece o no el aprendizaje de la genética mendeliana.

6.4. Unidad de análisis:

En la presente investigación se quiere identificar el aporte de la resolución de problemas como dimensión del pensamiento crítico para favorecer el aprendizaje de genética mendeliana.

6.5. Unidad de trabajo:

Esta investigación es realizada en el Municipio de Puerto Asís ubicado en el Departamento del Putumayo, en la Institución Educativa Alvernia, la cual cuenta con 32 grupos, 5 de ellos de noveno, el grado 904 fue el grado elegido para la investigación el cual está conformado por 25 estudiantes, distribuidos en 17 mujeres y 8 hombres, cuyas edades oscilan entre los 13 y 16 años de edad.



Figura 3 Mapa del municipio de Puerto Asís (tomado de Google earth)

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

7.1. Resultados y Análisis del cuestionario de ideas previas: (ver anexo # 1)

La primera pregunta del cuestionario de ideas previas era de carácter abierto:

¿Cuál es la característica principal de los seres vivos?

Teniendo en cuenta la respuesta de los estudiantes se observó la homogeneidad en los resultados y se le asignaron categorías: (las siguientes categorías son propuestas por la autora, teniendo en cuenta la característica de la respuesta de cada estudiante).

A: todos tienen células

B: se relacionan con el ambiente

C los órganos del cuerpo

Estudiante	Respuestas	Categoría
E1	Poseemos células	A
E2	Todos tienen ADN y células	A
E3	Todos poseen células	A
E4	Todos necesitamos el aire, las células	B
E5	Todos tienen células	A
E6	Todos tienen ADN	A
E7	Conformado por células	A
E8	Aportan una característica de realista al ambiente	B
E9	Pueden vivir por toda su vida y tienen células	A
E10	Tienen células y ADN	A
E11	No responde	X

E12	No responde	X
E13	Contribuyen a la vida de la naturaleza	B
E14	Están compuestos por células	A
E15	Aportan algún beneficio al medio ambiente	B
E16	Las células, el corazón y otras partes que requieren oxígeno	A
E17	Su lengua, sus ojos, sus dedos	C
E18	El agua, el oxígeno, los alimentos, la luz	X
E19	Que interactúan o están unidos entre si	X
E20	Que están vivos	X
E21	Todos necesitamos de agua y de oxígeno	B
E22	Tenemos diferente físico	B
E23	Mantener bien la naturaleza	B
E24	Sus células, sus órganos y su capacidad de entender	A y C
E25	Todos tienen células	A

Tabla 4 Respuestas al interrogante # 1 del cuestionario de ideas previas (elaboración propia)

Como se puede observar 12 estudiantes respondieron que la característica principal de los seres vivos es que tengan células, estos estudiantes corresponden al 48% del total de estudiantes y la cual se considera una respuesta válida, pues como la plantea Ayuso y Banet (2002), para que un estudiante comprenda el tema

de la herencia biológica debe saber que “todos los seres vivos están conformados por células”, de esta manera se evidencia que estos estudiantes pueden diferenciar un ser vivo de uno no vivo. Las respuestas ubicadas en las categorías B son aquellas relacionadas con el medio ambiente, se considera que estas respuestas están desfasadas de lo que se quiere lograr con el estudiante en cuanto a términos biológicos de manera general y genéticos en particular, puesto que tanto seres vivos como no vivos habitan en el ambiente. En la categoría C se ubicaron dos estudiantes, quienes hacen énfasis en las partes del cuerpo, ya que aun cuando hay seres que sean poco complejos y carezcan de órganos, esto no quiere decir que no puedan ser clasificados como seres vivos. Seis estudiantes no responden y por tanto se les asigna la categoría X.

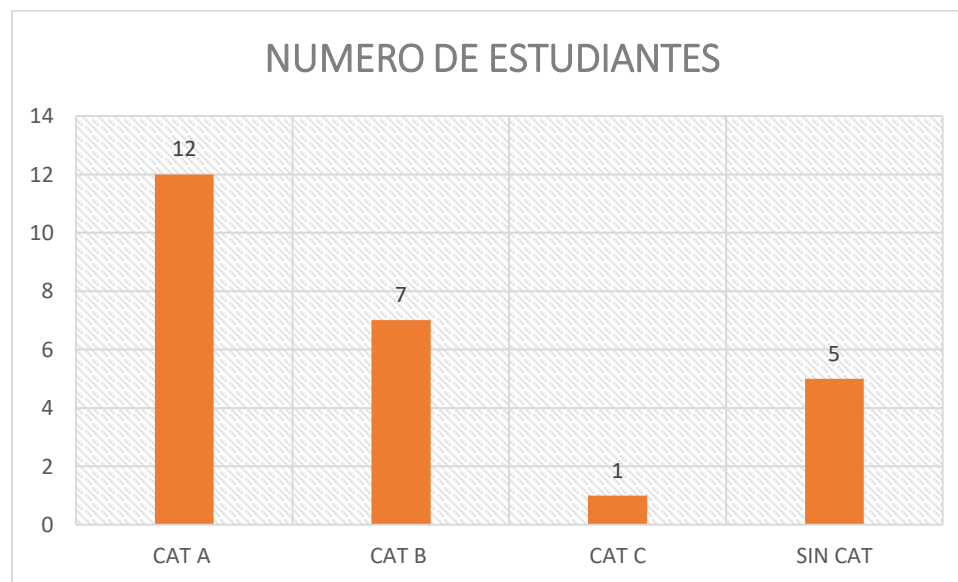


Gráfico 1 Número de estudiantes por categoría para el interrogante 1 (elaboración propia)

La segunda pregunta del cuestionario de ideas previas, de carácter cerrado interrogaba sobre cuáles de los organismos mencionados no estaban conformados por células.

ANIMALES - HONGOS - BACTERIAS - PLANTAS

Teniendo en cuenta las respuestas se asignaron categorías así: (categorías propuestas por la autora)

A: Todos tienen

B: Bacterias

C: Hongos

Estudiante	Respuesta	Categoría
1	Bacterias	B
2	Bacterias	B
3	bacterias	B
4	Todos tienen	A
5	Bacterias	B
6	Bacterias	B
7	Todos tienen	A
8	Bacterias	B
9	Bacterias y hongos	B
10	Todos tienen	A
11	Bacterias y hongos	B
12	Bacterias	B
13	Bacterias	B
14	Bacterias	B
15	Bacterias	B
16	Todos tienen	A
17	Hongos	C
18	Todos tienen	A
19	Hongos	C
20	Bacterias	B

21	Hongos	C
22	Todos tienen	A
23	Bacterias	B
24	Todos tienen	A
25	Todos tienen	A

*Tabla 5 Respuestas al interrogante # 2 del cuestionario de ideas previas
(elaboración propia)*

En la tabla anterior se puede observar que 14 estudiantes, correspondientes al 56% responden que las bacterias son organismos que NO tienen células, considerando que ellos dan esta respuesta porque para ellos las bacterias no son seres vivos. El 12% de los estudiantes mencionan que los hongos no tienen células y el 32% de los estudiantes responden de manera acertada diciendo que todos los organismos mencionados tienen células. A continuación, se muestra un gráfico que representa el número de estudiantes asignados para cada categoría:

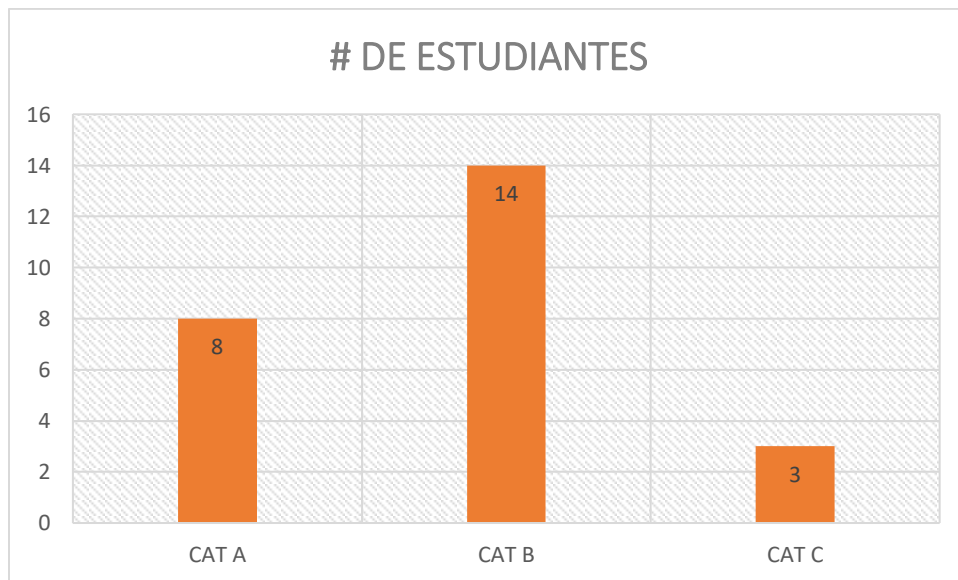


Gráfico 2 Número de estudiantes por categoría para el interrogante 2 (elaboración propia)

Es de resaltar que durante la orientación para la realización de esta actividad algunos estudiantes preguntaban si un organismo era lo mismo que un ser vivo, notándose de esta manera que aún no está definido que es un ser vivo, así como cuales seres se clasifican como tal y por ende como están conformados.

Para la tercera pregunta, la cual consistía en una serie interrogantes sobre si una rana estaba conformada en su totalidad por células, si estas células tenían o no ADN en su interior, seguido de si ese ADN era el mismo o diferente para las células, los estudiantes respondieron de la siguiente manera:

Estudiante	Todas las partes de la rana tienen células	Todas tienen ADN en su interior	Es la misma molécula de ADN para todas las células	categoría
1	si	si	igual	A
2	si	si	Igual	A
3	si	si	igual	A
4	si	NR	NR	X
5	si	si	igual	A
6	Si	Si	Igual	A
7	Si	Si	Diferente	B
8	Si	Si	diferente	B
9	Si	No	NR	X
10	Si	Si	Igual	A
11	Si	Si	diferente	B
12	Si	Si	igual	A

13	Si	Si	Diferente	B
14	Si	Si	diferente	B
15	Si	Si	Diferente	B
16	Si	Si	Igual	A
17	Si	Si	igual	A
18	Si	Si	igual	A
19	Si	Si	igual	A
20	Si	Si	igual	A
21	Si	Si	igual	A
22	Si	Si	diferente	B
23	Si	Si	igual	A
24	Si	Si	igual	A
25	Si	Si	igual	A

*Tabla 6 Respuestas del interrogante # 3 del cuestionario de ideas previas
(elaboración propia)*

Al observar las respuestas de los estudiantes, se encuentran dos categorías como lo son: aquellos que dicen que en un organismo todas sus partes están formadas por células, que todas estas células tienen ADN en su interior, pero que dicho ADN es diferente para todas las células (se le asigna la categoría B) correspondiente al 28% del total de estudiantes evaluados. Por otra parte, hay estudiantes quienes responden que, en un organismo todas sus partes están formadas por células, que todas estas células tienen ADN en su interior y que este ADN es el mismo para todas las células (se les asigna la categoría A) correspondiente al 64% de los estudiantes evaluados. A aquellos estudiantes que no responden de manera completa al interrogante no se les asigna ninguna categoría, por lo que se tipifican con la letra X. Se considera que a pesar que hay

estudiantes que dicen que es el mismo ADN para todas las células y hay estudiantes que dicen que es diferente, aun no tienen muy clara esta situación para las células de los organismos, por ello es importante hacer énfasis en ello durante la aplicación de la unidad didáctica.

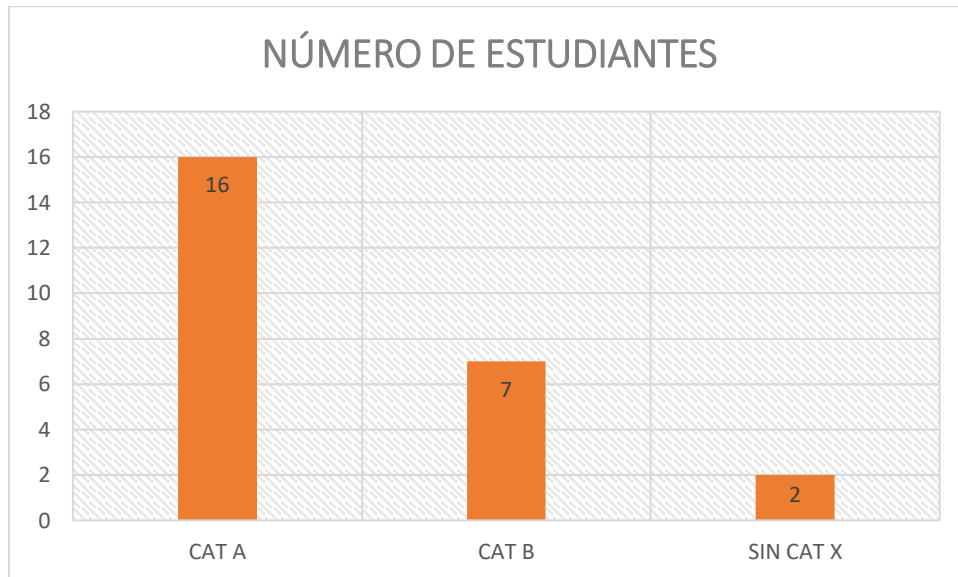


Gráfico 3 Número de estudiantes por categoría para el interrogante 3. (elaboración propia)

Lo anterior se sustenta en los planteamientos de Ayuso y Banet (2002) sobre los conocimientos que deben de tener los estudiantes para comprender la herencia biológica y dentro de los cuales mencionan: “todas las células de un organismo llevan el mismo material genético”, premisa esencial para comprender los procesos de la herencia biológica.

La cuarta pregunta del cuestionario de ideas previas la cual mencionaba:

¿Todas las personas de tu salón son diferentes? Si es así, ¿a qué crees que se deba dicha variabilidad? ¿Ocurre igual con las personas de tu familia?

A continuación, se muestran los resultados para dicho interrogante:

Estudiante	Respuesta	Categoría
1	Cada uno tenemos características diferentes según nuestra descendencia	B
2	En el salón no son del mismo tipo de sangre y en la familia porque puede haber alguno con las características de un antepasado.	B
3	Todos tienen diferentes genes y ADN	A
4	En la familia algunos son altos y otros bajitos	B
5	No tienen el mismo ADN	A
6	No tienen el mismo ADN	A
7	Se debe a la diferencia de células y somos de diferente ADN	A
8	Varían de acuerdo a las personas de la familia.	B
9	No tenemos los mismos átomos	B
10	Todas las personas piensan diferente	B
11	Somos igual, solo que tenemos diferente físico	B
12	Por el diferente tipo de genética	A
13	El ADN no es igual	A
14	Las células y el ADN son únicos para cada persona	A

15	El ADN de sus padres no ocurre igual en la misma familia	A
16	En mi familia todos somos iguales, porque todos tenemos el mismo ADN.	A
17	Las personas del salón son diferentes porque tienen diferentes óvulos.	B
18	No tenemos el mismo ADN	A
19	No tenemos el mismo ADN	A
20	No tenemos el mismo ADN	A
21	No tienen el mismo pensamiento, no el físico, ni la manera de ser.	B
22	Diferentes porque tienen diferente heredación y diferente ADN	A
23	No tenemos el mismo ADN	A
24	En el interior de la célula hay diferente ADN	A
25	El ADN es diferente	A

*Tabla 7 Respuestas al interrogante # 4 del cuestionario de ideas previas
(elaboración propia)*

Las categorías asignadas corresponden a: categoría A aquellos estudiantes que mencionan que la variabilidad dentro de un salón de clases o dentro de un grupo familiar se debe a que el ADN es diferente y la categoría B hace referencia a aquellos estudiantes que mencionan respuestas poco acertadas para el contenido a tratar.

El 64% de los estudiantes, dice que la variabilidad en los seres humanos es debida a que todos tenemos diferente ADN, lo cual representa que estos estudiantes conocen que las características genéticas se encuentran en dicha molécula, por lo que dicho conocimiento sirve como base para la adquisición de nuevos saberes. Por otra parte, el 36% de los estudiantes dan respuesta a este interrogante con argumentos muy alejados en términos de genética, por lo que se debe dar una explicación bien detallada acerca de lo que es la información genética y como esta se transmite.

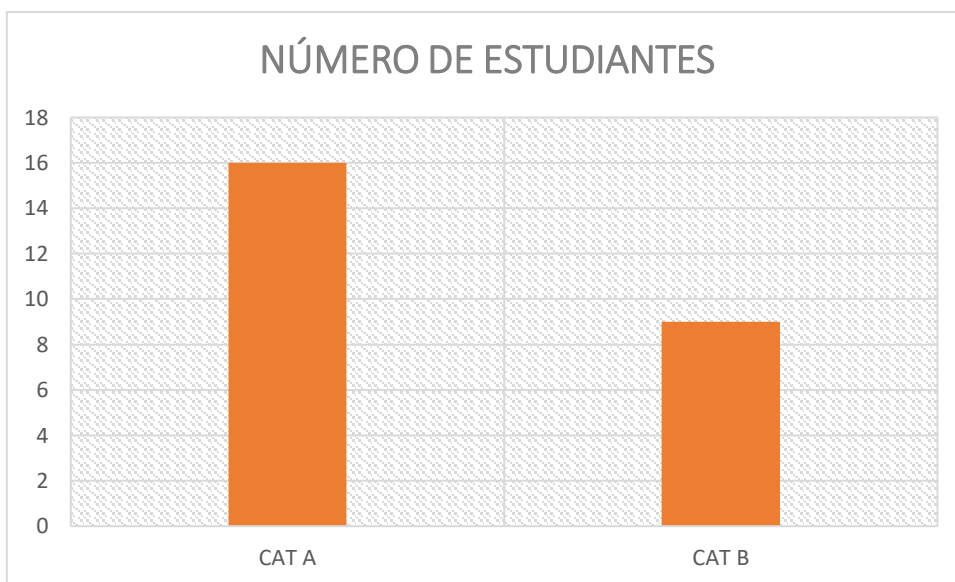


Gráfico 4 Número de estudiantes por categoría para el interrogante 4 (elaboración propia)

En la quinta pregunta se da el siguiente caso:

“Alejandro es pelirrojo como su madre. Al indagar entre sus antepasados, descubre que ser pelirrojo ha sido una característica frecuente en su familia; pues también su abuelo era pelirrojo”

Posterior a ello se pregunta:

- a. ¿Por qué crees que la característica de pelo rojo se le llama característica hereditaria?
- b. ¿Qué significa que una característica se pueda “saltar” una o varias generaciones?

A continuación, se presentan las respectivas respuestas de los estudiantes:

Estudiantes	Respuesta al interrogante a	Respuesta al interrogante b
1	Proviene de un familiar más viejo	Se hereda la característica de un bisabuelo, pero tu mamá no la heredo
2	Es algo que viene en su familia	Muchas veces la característica hereditaria no pasa a la siguiente generación si no mucho después
3	Viene de generaciones	Si el padre es pelirrojo puede que sus hijos no lo sean, pero los hijos de sus hijos si
4	El niño se parecía a su bisabuelo	Van pasando de generación como iguales que su padre
5	El bisabuelo tenía el pelo rojo y toda su familia también	Las características dominantes de los padres van a ser la de sus hijos
6	Es algo que viene familiar	La familia no va salir siempre pelirroja, puede que pasen varias generaciones hasta que salga
7	Viene de la familia	Esto se va transcurriendo en cada familiar
8	Sale parecido a un familiar	Si mi hermano sale con los mismos ojos de mi mamá
9	La familia ha sido pelirroja	Puede venir de sangre

10	Es de generación en generación	En la familia se destacan por algo parecido
11	Alejandro salió con algunas células de su madre	Puede que un hijo no le salga igual pero el otro si
12	La característica pasa de generación en generación	Hay personas que no sacan los rasgos de sus antepasados
13	el ADN pasa de generación en generación	Cuando ya han pasado años aparece una característica física que la tenía un familiar de hace años
14	Las células dominantes son las que tienen el compuesto que vuelve el pelo rojo	Las células del padre o la madre son diferentes
15	Era el ADN que tenía su madre y su bisabuelo	Se parece a un familiar que está o no esta
16	Tienen la genética de sus antepasados	Se puede saltar varias personas, pero después la persona sale con la característica de sus antepasados
17	Ha pasado por la familia	Significa que deja un pedazo de el en el cuerpo de cualquiera de los dos
18	Pasa de persona a persona entre las familias	Cuando yo me parezco a mi mama y ella se parece al bisabuelo
19	Son rasgos que la persona va heredando de su familia	No siempre una persona va pertenecer al mismo núcleo
20	Su familia antepasada ha sido pelirrojo	No siempre va a salir la familia pelirroja, puede que pasen

		generaciones hasta que vuelva a salir pelirroja
21	Se refiere a heredar las características de sus familiares	Tendrán características parecidas a sus familiares
22	Es como para representarse en algo	Significa tener una misma parte de la familia
23	La familia antepasada ha sido pelirroja	No siempre salen heredando algo
24	Viene de muchas generaciones hacia atrás	Puede que toda la generación anterior tiene los ojos azules ero nació un sobrino sin los ojos azules porque la característica salto o el padre tiene el ADN más fuerte que la madre
25	Ha pasado en todas las generaciones	Que mi papa tiene los ojos azules, pero yo no, y si tengo un hijo el si sale con los ojos azules.

*Tabla 8 Respuestas al interrogante # 5 del cuestionario de ideas previas
(elaboración propia)*

Como se puede observar en la tabla anterior la mayoría de los estudiantes aciertan en su respuesta cuando mencionan que la característica de pelo rojo es hereditaria porque “viene de generación en generación”, o porque “proviene de un familiar”. Sin embargo, en el momento de observar las respuestas al inciso b se evidencia que existen confusiones con respecto a lo que se refiere a herencia biológica.

Por último, se les pregunta: ¿Cuál es la característica dominante en su familia?

A este interrogante la gran mayoría de los estudiantes mencionan características como el color de cabello, la estatura, el color de los ojos, los lunares, etc. Excepto el estudiante 2 que menciona como característica dominante el gusto por el fútbol.

De manera general se menciona al estudiante E2 quien evidencia tener nociones de genética mendeliana, ya que menciona que una característica hereditaria es aquella que proviene de un familiar y para el segundo interrogante dice que la característica hereditaria no pasa a la siguiente generación si no después; estas nociones que evidencian los estudiantes dan cuenta de que algunos de ellos ya tienen en sus procesos cognitivos parte de los principios de la genética mendeliana, lo cual es satisfactorio, pues serían estudiantes que pueden direccionar más fácil su aprendizaje de la genética mendeliana.

7.2. Análisis del Instrumento # 2: Estudios de caso (ver anexo # 3)

En el instrumento dos se presentan a los estudiantes dos casos sencillos de genética mendeliana de los cuales debían responder determinadas preguntas, pero, previo a ello era necesario que identificaran en el problema los datos del mismo, las variables y si estas estaban o no relacionadas.

El primer caso es planteado de la siguiente manera:

“Laura es una mujer de pelo oscuro que tiene un hermano de pelo claro y un hermano de pelo oscuro. Luis es un hombre de pelo claro que tiene una hermana de pelo oscuro” (propuesto por Ayuso y Banet, 1996)

Teniendo en cuenta estas circunstancias lee las siguientes cuestiones:

1. ¿Qué color de pelo pueden tener los padres de Luis y Laura?
2. ¿Cuál es el carácter dominante?
3. ¿Cómo podrían ser los descendientes del matrimonio entre Laura y Luis?

En el momento de pedirles a los estudiantes que identificaran cuales eran los datos presentados en el problema, 6 del total de los estudiantes, correspondiente a un 24% vuelve y copia el problema tal cual como se les presentaba; 15 de los estudiantes correspondiente al 60% dicen que es el pelo claro y el pelo oscuro y dos de los estudiantes, es decir el 8% de los estudiantes habla del pelo claro y el pelo oscuro y agrega que el dominante es el color oscuro.

Por otra parte, se les pedía que identificaran las variables y determinaran si estas estaban o no relacionadas, un 20% mencionan como variables el pelo claro y el pelo oscuro, un 36% de los estudiantes mencionan como variables el número de individuos mencionados en el problema que tienen pelo oscuro y el número de individuos que tienen pelo claro, y por otra parte también un 36% mencionan que las variables mencionadas están relacionadas dando razones como por ejemplo de que se están refiriendo a la misma característica, dichas razones son: “porque dan a conocer cuál es la característica dominante y cuál es la recesiva”, “porque en ambos hablan del mismo gen”, “porque ayudan a determinar cuál es el color de pelo de sus padres” o “porque permite determinar cómo serán los descendientes”.

En el momento de resolver el primer interrogante sobre el color de pelo que puedan tener los padres de Luis y Laura, el 100% de los estudiantes responden que para cada uno los padres son uno de pelo claro y otro de pelo oscuro. Al resolver el segundo interrogante sobre cuál es la característica dominante, el 100% responde que es el pelo oscuro y por ultimo para el tercer interrogante sobre cómo serán los hijos de Laura y Luis, un estudiante responde que saldrían heterocigotos, un estudiante responde que saldrían de pelo oscuro, cinco estudiantes mencionaron que saldrían de pelo oscuro y claro, seis estudiantes responden que saldrían 3 hijos de pelo oscuro y 1 de pelo claro, uno de ellos

justificando su respuesta con el cuadro de Punnet, 8 estudiantes responden que saldrían la mayoría de pelo oscuro y pocos de pelo claro y 3 estudiantes responden que saldrían dos de pelo oscuro y dos de pelo claro, solamente un estudiante no responde.

Teniendo en cuenta que este último interrogante es resuelto basado en las respuestas a los dos anteriores interrogantes, se hace la clasificación por niveles de resolución de problemas con base en esta pregunta como se muestra en la tabla # 9:

ESTUDIANTE	RESPUESTA	NIVEL DE RESOLUCION DE PROBLEMAS
E1	3 de pelo oscuro y 1 de pelo claro	4
E2	Heterocigotos	3
E3	3 de pelo oscuro y 1 de pelo claro	4
E4	3 de pelo oscuro y 1 de pelo claro (realiza cuadro de Punnett)	4
E5	La mayoría oscuro y pocos de pelo claro	4
E6	La mayoría de pelo oscuro	4
E7	Pelo oscuro y claro	3
E8	3 de pelo oscuro y 1 de pelo claro	4

E9	2 de pelo oscuro y 2 de pelo claro	5
E10	La mayoría de pelo oscuro y pocos de pelo claro	4
E11	No responde	X
E12	Pelo oscuro y claro	3
E13	La mayoría de pelo oscuro y uno tal vez de pelo claro	4
E14	3 de pelo oscuro y 1 de pelo claro	4
E15	3 de pelo oscuro y 1 de pelo claro	4
E16	La mayoría oscuro y pocos claro	4
E17	oscuro	3
E18	Pelo oscuro y claro	3
E19	Mas que todo oscuro ya que es dominante	3
E20	Pelo oscuro y una posibilidad de pelo claro	4
E21	Pelo oscuro y probabilidad de pelo claro	4
E22	Dos de pelo oscuro y dos de pelo claro	5
E23	Oscuro y claro	3
E24	Pelo oscuro y claro	3

E25	Dos oscuros y dos claros	5
-----	--------------------------	---

Tabla 9 Asignación de niveles de resolución de problemas para el caso 1 del instrumento 2 (elaboración propia)

Teniendo en cuenta el ultimo interrogante planteado en el que se observó diversidad en las respuestas, se podría determinar que los estudiantes que mencionaron que los hijos saldrían heterocigotos, o que los hijos saldrían de pelo oscuro y claro o simplemente de pelo oscuro; que en su total son 8 estudiantes correspondientes al 32% se podrían ubicar en el nivel 3 propuesto por Tamayo (2104) en donde se menciona que los estudiantes que alcancen este nivel logran identificar las variables, pero no las relacionan.

Por otra parte, se puede determinar que los estudiantes que mencionaron que: tres de los hijos saldrían de pelo oscuro y uno de los hijos de pelo claro, o que la mayoría salen de pelo oscuro y unos cuantos de pelo claro, que en su total son 13 estudiantes, correspondientes al 52% estarían ubicados en el Nivel 4 de resolución de problemas propuesto por Tamayo (2014) puesto que allí el autor menciona que los estudiantes que se encuentran en este nivel resuelven el problema de manera incorrecta, pero, están en la capacidad de identificar las variables y a su vez relacionarlas entre sí.

En otra instancia, los estudiantes que mencionan que salen dos hijos de pelo oscuro y dos hijos de pelo claro que en total son 3 estudiantes correspondientes al 12% podrían ubicarse en el nivel 5 propuesto por Tamayo (2014) en donde se menciona que los estudiantes resuelven problemas de manera adecuada y a su vez identifican y relacionan variables. Nótese que el estudiante 11 no responde al cuestionamiento y por tanto se tipifica como nivel X.



Gráfico 5 Distribución de los estudiantes por niveles según la calidad de resolución de problemas caso 1 (elaboración propia)

Observando el grafico anterior y sabiendo que este el primer caso propuesto a los estudiantes, se percibe que hay un nivel de resolución de problemas alto, puesto que como lo menciona Tamayo (2014) estos estudiantes, más del 50%, están identificando las variables presentadas en el problema, lo cual es significativo para su solución, aun cuando no lo resuelvan adecuadamente.

Por otra parte, se observa que para el tercer interrogante el estudiante E1, E3 E4, E14 y el estudiante E15 responden que tres de los hijos saldrían de cabello oscuro y solo uno de ellos tendría el cabello claro, en ellos se evidencia que, aunque no resuelven bien el problema planteado, si lograr identificar las variables del mismo y a su vez logran relacionar dichas variables, lo que permite ubicarlos en el nivel 4 de la calidad de resolución de problemas. Dado que, los estudiantes E9 y E22 identifican las variables del problema, relacionan dichas variables y resuelven bien el problema, por lo que logran ser ubicados en el nivel 5 de la calidad de resolución de problemas, lo cual es satisfactorio.

El segundo caso planteado a los estudiantes dice:

“en una pareja el color de los ojos tanto del padre como de la madre son marrones” ¿la pareja puede tener un bebe de ojos azules? (propuesto por Narváez, 2014)

Al igual que con el caso numero 1 los estudiantes debían en un principio identificar que quería decir el problema, así como identificar cuáles eran las variables del mismo y si éstas tenían relación o no. De 25 estudiantes evaluados, 12 de ellos responden que las variables del problema planteado son el color de ojos marrón, lo cual corresponde a un 48%, de esos 12 estudiantes, 10 de ellos plantean que existe una relación entre las variables y 2 estudiantes dicen que no hay relación alguna. Por otra parte, 7 estudiantes identifican que las variables del problema son los ojos color marrón y los ojos color claro, lo que corresponde a un 28% del total de estudiantes, todos estos estudiantes a su vez mencionan estas variables si están relacionadas, argumentando por ejemplo que se está hablando del mismo carácter o que ambos padres son heterocigotos y por ello existe la probabilidad de tener hijos con color de ojos azules. Un estudiante dice que las variables son el color de ojos marrón oscuro y marrón claro y dos de los estudiantes evaluados no responden a este interrogante.

Posteriormente al resolver el interrogante ¿la pareja puede tener un bebe de ojos azules? Las respuestas de los estudiantes se clasificaron de la siguiente manera: dos de los estudiantes no responden, cuatro estudiantes correspondientes al 16% responden que la pareja no podría tener ojos azules sabiendo que ellos eran de ojos marrones, cuatro estudiantes (16%) responden que sí podrían tener ojos azules pero, no argumentan su respuesta, por otra parte nueve estudiantes correspondientes al 36% del total de los estudiantes evaluados dicen que la pareja si podría tener los ojos azules, en el caso de que los abuelos hubieran tenido los ojos azules y por otro lado, seis estudiantes correspondientes al 24% dicen que la

pareja si puede tener hijos con color de ojos azul si son heterocigotos para el carácter.

Las respuestas de los estudiantes en el siguiente cuadro y se ubica a cada uno de ellos en los niveles de la calidad de resolución de problemas propuesto por Tamayo (2014):

ESTUDIANTE	RESPUESTAS DE LOS ESTUDIANTES	NIVEL DE RESOLUCION DE PROBLEMAS
1	Si, si sus padres tienen ojos claros pueden tener un bebé de ojos azules.	4
2	No seria muy seguro, pero puede pasar porque puede que los abuelos sean de ojos claros.	5
3	Si, tienen una oportunidad, ya que uno de sus hijos puede nacer con sus ojos claros	4
4	Si la pareja cumple con los requisitos de ser heterocigota pueden tener un hijo de ojos azules.	5
5	Si, si los padres de ellos tienen los ojos azules y son heterocigotos.	5
6	No porque todos dos tienen color de ojos marrón y pues no saldría un bebe con ojos azules.	4
7	No, porque tanto el padre como la madre tienen ojos marrones, y no	4

	hay posibilidad de que salga un bebe de ojos azules.	
8	La pareja si puede tener un bebe de ojos azules si los padres tienen el alelo de ojos azules.	5
9	Si, por lo que cualquiera de los dos puede llevar ese gen.	5
10	No responde	x
11	No responde	x
12	Pues es una probabilidad mínima, ya que las características de ellos son determinantes.	2
13	Si, porque a pesar de que los dos tengan los ojos marrones en alguno de ellos puede estar el gen de los ojos azules.	5
14	Si es heterocigoto si.	5
15	Si los padres de la pareja tienen ojos azules si.	5
16	No	x
17	Si porque podría heredar el carácter recesivo.	5
18	Si	x
19	No, porque tanto el padre y la madre tienen los ojos color marrón	4

20	Si los abuelos tienen los ojos claros tiene posibilidades.	5
21	De pronto puede que los padres de la pareja tengan ojos azules.	5
22	Si, si los dos tienen el carácter de ojos azules	5
23	Si, si pueden tener un bebé de ojos azules, si los abuelos tuvieron los ojos azules.	5
24	Si porque puede que los padres de los padres tengan ojos azules.	5
25	No, porque si todos tienen el color de ojos marrones como van a tener hijos de ojos azules.	4

Tabla 10 Asignación de niveles de resolución de problemas para el caso # 2 del instrumento #2. (elaboración propia)

Como se puede observar en la anterior tabla, cuatro de los estudiantes evaluados, correspondientes al 16% no pudieron ser clasificados en ninguno de los niveles de resolución de problemas, simplemente porque no responden al interrogante, por tanto, se tipifican como x. Por otra parte, la estudiante E12 se ubica en el nivel 2 ya que, simplemente reescribe la experiencia sin identificar las variables del problema. E1, E3, E6, E7, E19 y E25 se ubican en el nivel 4 de la calidad de resolución de problemas, teniendo en cuenta que ellos, aunque no resuelven bien el problema, si identifican las variables del mismo y las relacionan. El resto de estudiantes correspondientes a un 56% se ubican en el nivel 5, ya que, como se puede observar en la tabla # 9 estos estudiantes se caracterizan por

identificar las variables del problema, relacionarlas entre sí, además de resolver el problema adecuadamente.

A continuación, se muestra como es la distribución de los estudiantes por niveles de resolución de problemas propuesto por Tamayo (2014):

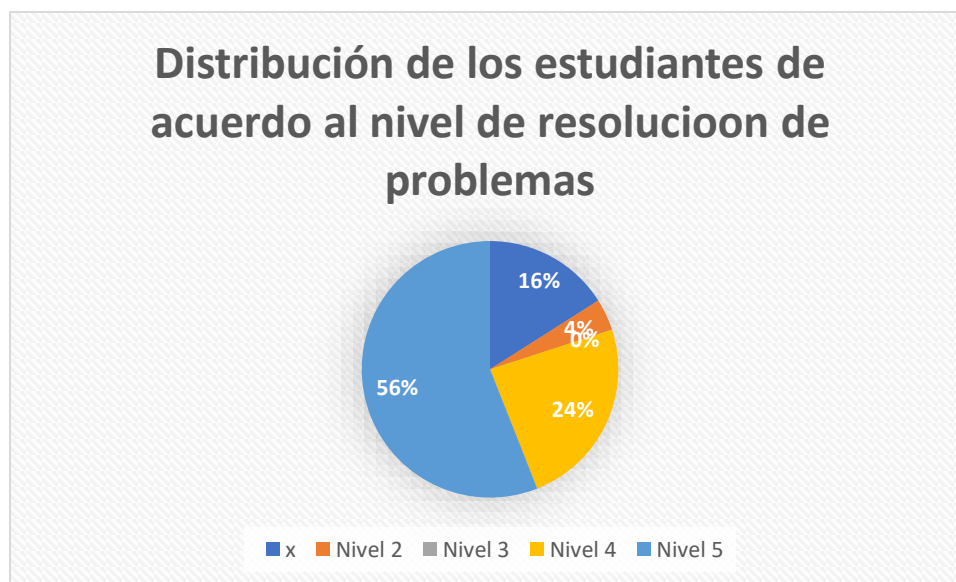


Gráfico 6 Distribución de los estudiantes de acuerdo al nivel de resolución de problemas caso 2 (elaboración propia)

7.3. Análisis del Instrumento # 3: Entrevista (ver anexo # 4)

Para la obtención de datos a través de este tercer instrumento se planteó una pregunta al azar para cada uno de los estudiantes. Las preguntas fueron las siguientes:

Si una persona manifiesta el alelo recesivo para determinado gen, ¿esa persona es homocigota o heterocigota para ese gen?

1. Una pareja en la que ambos padres tienen el pelo en pico que es el alelo dominante, ¿puede tener un hijo con la forma del pelo recto, que es el alelo recesivo?
2. ¿Cómo podrían ser los genotipos de un hombre y una mujer con piel pigmentada, los cuales tienen un hijo albino?
3. Si al cruzar una planta de flores rojas con otra planta de flores blancas, se obtiene una planta de flores rosadas, ¿se estarían cumpliendo las leyes de Mendel?

A continuación, se presentan las respuestas de los estudiantes:

ESTUD.	PREG.	RESPUESTA	NIVEL ASIGNADO
E1	1	“Es homocigota recesiva porque el carácter que presenta es el menos común”	4
E2	2	“Si fueran homocigotos no existe la posibilidad de que puedan tener el cabello recto, pero si son heterocigotos si pueden llegar a tener el cabello recto”	5
E3	3	“Los genotipos son heterocigotos porque ambos vienen de diferente tipo de piel, sus padres de piel pigmentada y sus madres de piel albina”	5
E4	4	“yo pienso que aquí no se está cumpliendo las leyes de la genética porque tienen que salir las flores de color rojo o tienen que salir las flores de color blanco.”	5

E5	1	“seria homocigota, porque si fuera heterocigota sería un dominante y un recesivo y ese gen no sería el que se manifiesta ahí, sería el dominante y homocigota porque sería recesivo y recesivo”	5
E6	2	“si pongo los dos papas heterocigotos y realizo el cruce me da un hijo con pelo recto, y pues... si se puede”	5
E7	3	“el carácter es homocigoto dominante porque tienen la piel pigmentada”	4
E8	4	“No porque están siendo rosas blancas y rojas, no tienen por qué salir rosadas”	5
E9	1	“homocigota porque en homocigota los dos tienen que ser recesivos, en cambio si fuera heterocigota tendría un gen dominante y un gen recesivo”	5
E10	2	“dice que el carácter dominante es el pelo en pico, entonces los hijos van a salir con el carácter dominante del pelo”	4
E11	3	“los padres serian heterocigotos, porque la piel de ellos es pigmentada que es el dominante y el hijo le salió albino”	5
E12	4	“no porque se supone que hay un gen recesivo y un dominante y ahí dice que sale	5

		rosada y no debe salir rosada, porque son flores blancas y rojas”	
E13	1	“heterocigota, porque puede tener el gen de carácter dominante”	3
E14	2	“si el padre y la madre tienen una descendencia que sea heterocigota, que tenga el no dominante que es el pelo recto”	5
E15	3	“los hijos le salieron pigmentados, porque eran heterocigotos los papas, porque los abuelos podrían haber tenido la característica que uno es pigmentado y el otro albino salen heterocigotos”	5
E16	4	“no porque se supone que es roja y blanca, tienen que salir roja o blanca, es como decir, no si puede pasar porque hay niños que tienen la piel morena y salen con ojos azules”	5
E17	1	“heterocigota, porque uno de los dos padres puede tener un carácter por ahí escondido dominante y al cruzarse esos dos reacciona un heterocigoto que es el recesivo”	4
E18	2	“esta pareja si puede tener un hijo de pelo recto, porque si sabemos los genes de los padres podemos saber la posibilidad de que tengan un hijo así”	4
E19	4	“no porque una es roja y otra es blanca siempre van a dar rojas y blancas”	5

E20	1	“homocigota, porque se supone que son alelos recesivos tendría las dos letras minúsculas, porque si fuera heterocigota se vería el dominante”	5
E21	4	“si se estaría cumpliendo porque se está realizando el cruce, obviamente daría la probabilidad de dar rosado porque uno al combinar los colores el rojo con el blanco da rosado, pero un rosado fuerte quiere decir que el dominante sería el rojo, porque queda tirando a rojo”	4
E22	3	“los padres serian heterocigotos, ya que uno tendría lo de la piel pigmentada y lo del recesivo que sería el albinismo, entonces así tendrían tres hijos uno homocigoto dominante, dos heterocigotos y un homocigoto recesivo que sería el albino”	5
E23	2	“si el pelo en pico es dominante, no porque si es dominante los hijos van a salir con el pelo en esa forma”	4
E24	4	“pues, si porque si las anteriores flores eran rosadas”	4
E25	1	“es homocigota porque usted está diciendo que es recesivo, es decir, que lleva las dos letras minúsculas”	5

Tabla 11 Asignación de niveles para las respuestas dadas por los estudiantes en la entrevista (elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla # 10 solamente el estudiante E13 quedó ubicado en el nivel 3 para la calidad de resolución de problemas, debido a que identifica una o dos variables, pero, no realizan algún tipo de relación entre ellas. Por otro lado 8 estudiantes como lo son E1, E7, E10 fueron ubicados en el nivel 4 de calidad para la resolución problemas, en este nivel los estudiantes resuelven el problema de manera inadecuada, a pesar de que identifican y relacionan las variables a la vez que justifican dichas relaciones y por último a 14 estudiantes correspondientes al 56% se les asignó el último nivel de la calidad de resolución de problemas (nivel 5) en donde se destacan los estudiantes que resuelven de manera adecuada el problema, identificando, relacionando variables y justificando dichas relaciones.

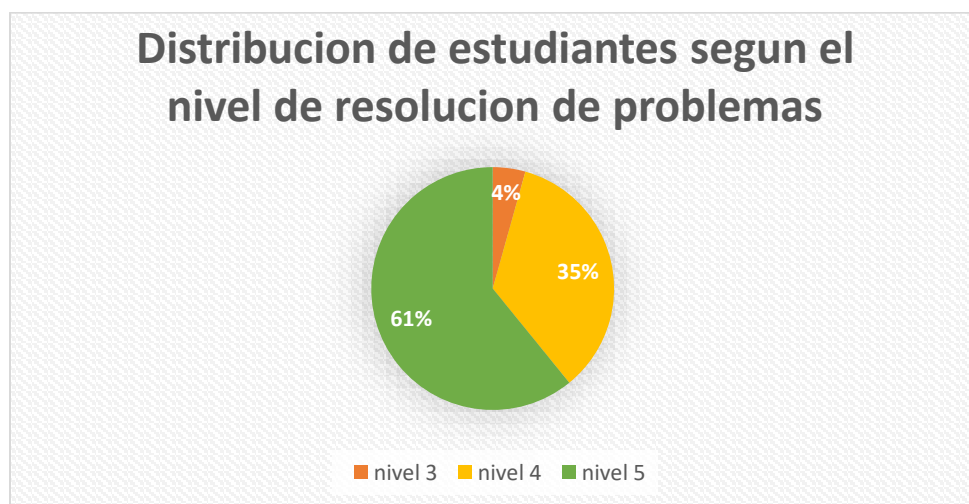


Gráfico 7 Distribución de los estudiantes según la resolución de problemas
(elaboración propia)

7.4. Análisis General:

Teniendo en cuenta que en tres momentos se realizó la asignación de niveles de la calidad de resolución de problemas propuesto por Tamayo (2014) finalmente se realiza una comparación entre los niveles asignados como se muestra a continuación:

ESTUDIANTE	NIVEL PARA EL INSTRUMENTO 2		NIVEL PARA EL INSTRUMENTO 3
	Caso 1	Caso 2	
	E1	4	
E2	3	5	5
E3	4	4	5
E4	4	5	5
E5	4	5	5
E6	4	4	5
E7	3	4	4
E8	4	5	5
E9	5	5	5
E10	4	X	4
E11	X	X	5
E12	3	2	5
E13	4	5	3

E14	4	5	5
E15	4	5	5
E16	4	X	5
E17	3	5	4
E18	3	X	4
E19	3	4	5
E20	4	5	5
E21	4	5	4
E22	5	5	5
E23	3	5	4
E24	3	5	4
E25	5	4	5

Tabla 12 : Comparación de niveles asignados en el instrumento 2 (caso 1 y 2) y el instrumento 3 (elaboración propia)

De la anterior tabla, se deduce que en un primer momento cuando se les presentaba el primer caso pocos estudiantes alcanzaban el nivel 5 de la calidad de resolución de problemas (solo un 12%) sin embargo, cuando se presenta el caso 2 y se realiza la entrevista este porcentaje aumenta considerablemente (hasta un 60 – 61%) lo cual permite evidenciar de cierta manera la evolución conceptual y cognitiva en los educandos, como ejemplo de ello podríamos citar a los estudiantes E2, E12 y E19 quienes inicialmente estaban en un nivel 3 y lograron ubicarse posteriormente en el nivel 5, es así como también el estudiante E11 quien a pesar de no haber respondido ningún interrogante del instrumento 1, en la entrevista responde de manera adecuada ubicándose en el nivel 5.

Resulta importante por otro lado destacar a los estudiantes E9 y E22 quienes mantuvieron siempre su nivel en la categoría máxima (nivel 5) evidenciando que como lo plantea Tamayo (2014) reconocen las variables presentadas en un problema, relacionan estas variables y resuelven de manera adecuada los problemas presentados.

Infortunadamente, el estudiante E13 inicialmente se encuentra en el nivel 4 y nivel 5 para el caso 1 y 2 del primer instrumento respectivamente, pero, al responder el instrumento 2, es decir la entrevista, baja al nivel 3 de resolución de problemas, posiblemente esto es debido al tipo de instrumento aplicado, pues los estudiantes durante una entrevista en la que ellos saben que están siendo grabados, no toman el tiempo suficiente para re – plantear una posible solución al problema dado, lo cual permite que los estudiantes caigan en errores de tipo cognitivo.

De manera general se observa que la intervención con la unidad didáctica a los estudiantes arroja resultados positivos, puesto que en el momento de ubicar a los estudiantes en los niveles para la calidad de la resolución de problemas ninguno queda ubicado de en los niveles 1 o 2, lo cual es favorable ya que para la resolución de los diferentes problemas los estudiantes tienen que realizar procesos de carácter metacognitivo que los direccionan a dar en la mayoría de los casos respuestas acertadas, demostrando de esta manera habilidades que son propias del pensamiento crítico y por tanto fortalecen el aprendizaje de la genética mendeliana.

9. CONCLUSIONES

- ✓ Para lograr el aprendizaje por parte de los educandos es importante que se tenga en cuenta las ideas previas de los estudiantes, lo cual implica no solo conocerlas, si no también tratar de encontrar la forma de que cada estudiante transforme sus conocimientos cotidianos en conocimientos

fundamentados en bases científicas, a través de la intervención con unidades didácticas.

- ✓ Hay que tener en cuenta que las unidades didácticas no se diseñan de una manera estática, si no que pueden ir tomando diferentes rumbos, teniendo en cuenta las falencias y logros que se vayan observando en los estudiantes.
- ✓ Es importante que los docentes tengan clara la diferencia entre realizar ejercicios y resolver problemas, ya que aquellos, se reducen a un ejercicio mecánico y poco profundo en el que el estudiante no muestra ningún interés, lo que conlleva a un “aprendizaje” superfluo, más bien, el resolver problemas si implica el uso de ciertas habilidades por parte de los estudiantes, que permiten el desarrollo del pensamiento crítico.
- ✓ Los problemas presentados a los estudiantes deben ser basados en hechos reales y por tanto deben tener soluciones reales, logrando así un aprendizaje profundo que permita la reflexión en torno a los saberes adquiridos y no la mera asimilación de conceptos.
- ✓ Los problemas presentados a los estudiantes pueden estar diseñados de tal forma que ellos a partir de estos definan conceptos y planteen hipótesis, para que de esta manera sean ellos quienes de manera conjunta construyan el conocimiento y por tanto no lo reciban de forma pasiva.
- ✓ La estrategia implementada generó resultados positivos en cuanto a la comprensión de la herencia biológica, sin embargo, dichos resultados mejorarían en un alto porcentaje si todos los docentes implicados en la

formación de estos estudiantes diseñan actividades como estas en las que los estudiantes resuelven problemas verdaderos y buscan una posible solución, ya que, infortunadamente los estudiantes son muy arraigados a la realización mecánica de ejercicios, lo cual no permite la comprensión de los temas.

- ✓ La aplicación de diversos tipos de instrumentos permite categorizar a los estudiantes en los niveles de calidad de la resolución de problemas, puesto que de esta manera los estudiantes reflejan de diferente manera su forma de pensar respecto a un tema en particular, además que se evidencia que durante la resolución los estudiantes manifiestan habilidades que favorecen en ellos el desarrollo del pensamiento crítico.
- ✓ La enseñanza de la genética basada en problemas con seres humanos motiva a los estudiantes, y permite la construcción del conocimiento, ya que se parte de las ideas previas para llegar al conocimiento escolar en el cual, el estudiante re-plantea las diferentes situaciones que se le puedan plantear y las relaciona con la cotidianidad, favoreciendo de igual manera el pensamiento crítico.
- ✓ Durante la aplicación de la unidad didáctica se evidencian en los estudiantes el desarrollo de habilidades un gran avance en la comprensión de los procesos implicados en la herencia biológica.

10. RECOMENDACIONES

- ✓ Sería significativo el diseño de problemas prácticos que induzcan al estudiante a desarrollar sus habilidades inferenciales e investigativas en el aula.

- ✓ Los docentes de biología deben realizar unidades didácticas que permitan que los estudiantes comprendan mejor el concepto de célula, como una unidad en la que se realizan diversos procesos complejos y que son la base para entender muchos de los fenómenos que ocurren a nivel biológico.

- ✓ Los docentes de biología y matemáticas deben integrarse para realizar la planeación de los diferentes temas que son indispensables en la básica secundaria, y conducir a los estudiantes a la construcción de conocimiento a partir de la resolución de problemas.

REFERENCIAS

- Ayuso, E. B. (1996). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y el bachillerato: ¿ resolución de problemas o realización de ejercicios? *Enseñanza de las ciencias*, 127 - 142.
- Ayuso, G. &. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 133-157.
- Benitez, R. (2013). *La enseñanza de la genética en el grado noveno de básica secundaria: una propuesta didáctica a la luz del constructivismo*. Medellín Antioquia.
- Causado, E. C. (2015). Desarrollo del pensamiento crítico en el área de ciencias naturales en una escuela de secundaria. *Revista facultad de ciencias Universidad Nacional de Colombia*, 17 - 42.
- Corbacho, V. &. (2009). Enseñanza de la genética en la educación de nivel superior: dificultad para comprender conceptos y resolver problemas. *Revista de Investigación y experiencias didácticas*, 1020 - 1024.
- Grajales, D. (2014). *Enseñanza en pro del aprendizaje significativo de las leyes de Mendel: Diseño y aplicación de una unidad didáctica*. Medellín Antioquia.
- Hernandez, R. F. (2006). *Metodología de la investigación*. Mexico: Mc Graw Hill.

- Martínez, M. &. (2006). Resolver situaciones problemáticas en genética para modificar las actitudes relacionadas con la ciencia. . *Enseñanza de las ciencias*, 193 - 206.
- Narváez, E. (2014). *Resolución de situaciones problemas de genética, como estrategia para aumentar los niveles de comprensión en educación básica secundaria*. Palmira Valle.
- Olaya, M. (2016). *Papel de la regulación metacognitiva en la resolución de problemas de genética mendeliana en estudiante de grado octavo de la IEDTA San Ramón*. Manizales Caldas.
- Sanchez, E. (2012). *Las dificultades en el aprendizaje de los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Técnico Industrial Carlos Olguín Mallarino sobre el contenido conceptual de genética*. . Cali Valle.
- Tamayo, O. (2014). Pensamiento crítico dominio específico en la didáctica de las ciencias. *TED*, 25 - 46.
- Tamayo, O. Z. (2015). El pensamiento crítico en la educación. Algunas categorías centrales de su estudio. *Revista latinoamericana de estudios educativos*, 111-133.
- Vélez, C. (2013). Una reflexión interdisciplinar del pensamiento crítico. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 11 - 39.

ANEXOS

ANEXO # 1: CUESTIONARIO DE IDEAS PREVIAS

1. ¿Cuál es la característica principal de los seres vivos?
2. De los siguientes organismos ¿cuáles NO están formados por células?
 - a. Animales
 - b. Hongos
 - c. Bacterias
 - d. Plantas

3. Imagina una ranita de tu región y responde:



- a. ¿Todas las partes de la ranita están formadas por células?
 - b. ¿Crees que las partes de la ranita que tienen células, tienen ADN en su interior?
 - c. ¿Todas las células tienen la misma molécula de ADN en su interior o es diferente para los ojos, las patas o la lengua?
4. ¿Todas las personas de tu salón son diferentes? Si es así, ¿a qué crees que se deba dicha variabilidad? ¿ocurre igual con las personas de tu familia?

5. Lee el siguiente caso y responde:
6. Alejandro es pelirrojo como su madre. Al indagar entre sus antepasados, descubre que ser pelirrojo ha sido una característica frecuente en su familia; pues también su bisabuelo era pelirrojo.
- a. ¿Por qué crees que a la característica de pelo rojo se le llama característica hereditaria?

- b. ¿Qué significa que una característica hereditaria se puede “saltar” una o varias generaciones?

- c. En tu familia, ¿Cuáles son las características dominantes?

- d. ¿Qué criterios tuviste en cuenta para responder el anterior interrogante?

ANEXO # 2: UNIDAD DIDÁCTICA

INSTITUCIÓN EDUCATIVA ALVERNIA ÁREA DE CIENCIAS NATURALES UNIDAD DIDÁCTICA: GENÉTICA MENDELIANA GRADO NOVENO

Objetivo:

Reconocer las aplicaciones de la genética mendeliana a través de la resolución de problemas.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE:

REFERENTE TEORICO:

TEORIA CELULAR:

Las células son la base de todos los organismos, ya que todos los seres vivos estamos constituidos por células.

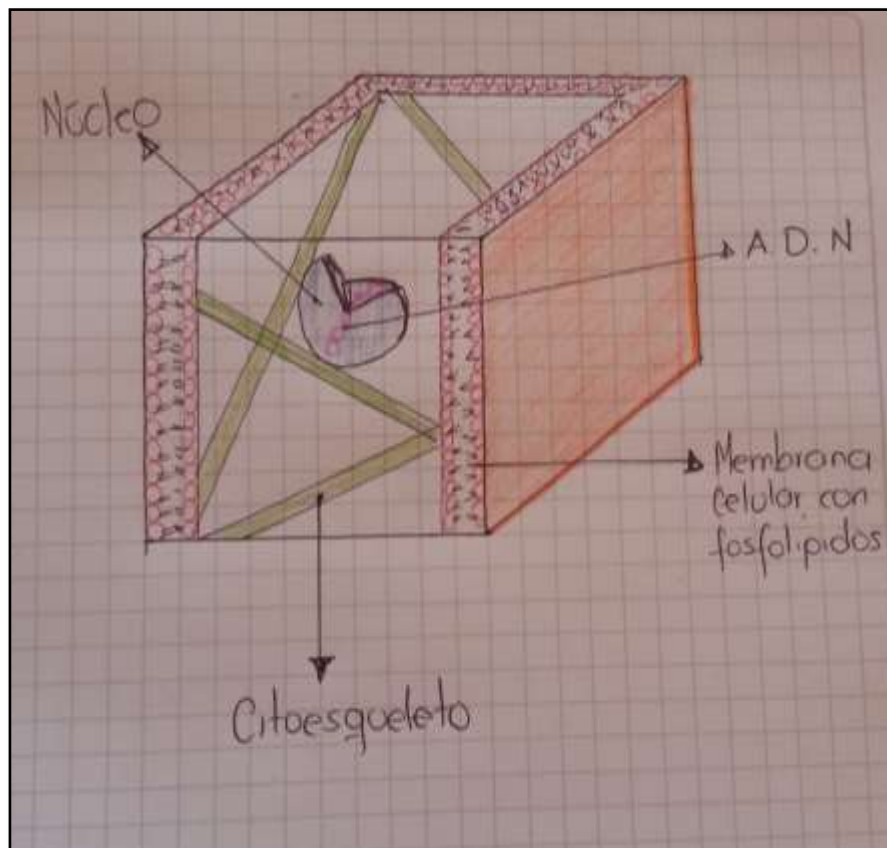
Pero la célula y su estructura no se pudieron conocer hasta que no se crearon los artilugios necesarios para verla. Esos artilugios son los microscopios. En 1665 el científico Robert Hooke describió una lámina de corcho que observó al microscopio. Hooke vio una gran cantidad de celdillas a las que llamó células. Posteriormente muchos científicos se han asomado al microscopio y han descrito las distintas estructuras de la célula. Todas las observaciones realizadas han llevado a la creación de la teoría celular. Esta contiene cuatro conceptos principales:

- 🌀 Todos los seres vivos están constituidos por una o más células.

- ☉ Toda célula es la unidad anatómica y fisiológica de los seres vivos. Es la unidad de vida más pequeña.
- ☉ Toda célula proviene de la división de una célula anterior.
- ☉ Toda célula contiene material hereditario donde se encuentran las características del ser vivo y que serán transmitidas desde una célula madre a sus hijas. Esta teoría fue desarrollada por varios investigadores entre los que cabe resaltar a Schwann y Schleiden (1839), Virchow (1885) y Santiago Ramón y Cajal (1906).

ACTIVIDAD N° 1:

Realizar un modelo tridimensional de la célula en una caja de cartón como el que se muestra en la siguiente imagen:



A partir de la representación de este modelo se pide a los estudiantes que resuelvan las siguientes preguntas:

Imagina una ranita de tu región y responde:

¿Todas las partes de la ranita están formadas por células?

¿Crees que las partes de la ranita que tienen células, tienen ADN en su interior?

¿Todas las células tienen la misma molécula de ADN en su interior o es diferente para los ojos, las patas o la lengua?

Con base en la actividad anterior se da a conocer a los estudiantes que en cualquier organismo se encuentran muchos tipos de células diferentes, las cuales se ubican en dos grupos como lo son las células somáticas y las células sexuales, y las diferencias entre ellas.

	Tipos de Células	Número de cromosomas	
		Ser humano	Mosca de la Fruta
CÉLULAS SÓMATICAS	Neurona	46	8
	Células epiteliales	46	8
	Glóbulos rojos	46	8
	Células olfativas	46	8
CÉLULAS SEXUALES	espermatozoides	23	4
	óvulos	23	4

Como se puede observar en la tabla anterior las células somáticas son todas aquellas células de un organismo, excepto las células del sistema reproductor. En las células somáticas, los cromosomas están en parejas y por eso son consideradas células diploides, mientras que en las células sexuales los cromosomas están individuales, por ello son consideradas células haploides, y ocurre de esta manera para que en el momento de la fecundación cada padre ponga únicamente la mitad de su información genética y por tanto el nuevo individuo tenga de nuevo la cantidad de cromosomas que lo caracterizan, por ejemplo para el caso del ser humano, es una especie que tiene 23 pares de cromosomas, es decir, 46 cromosomas en cada una de sus células.

En este momento es importante resaltar que los cromosomas no son más que el ADN condensado y por tanto todas las células de nuestro cuerpo tienen ADN y esta es la misma para todas las células, en dicho ADN se encuentran cientos de fragmentos que tienen la posibilidad de codificarse y esto es lo que se denomina un gen, como por ejemplo el color del cabello, la posibilidad de doblar o no la lengua, el hecho de tener o no vellos en las falanges, tener o no la piel pigmentada, entre otros.

A partir de las orientaciones dadas, se propone la siguiente actividad:

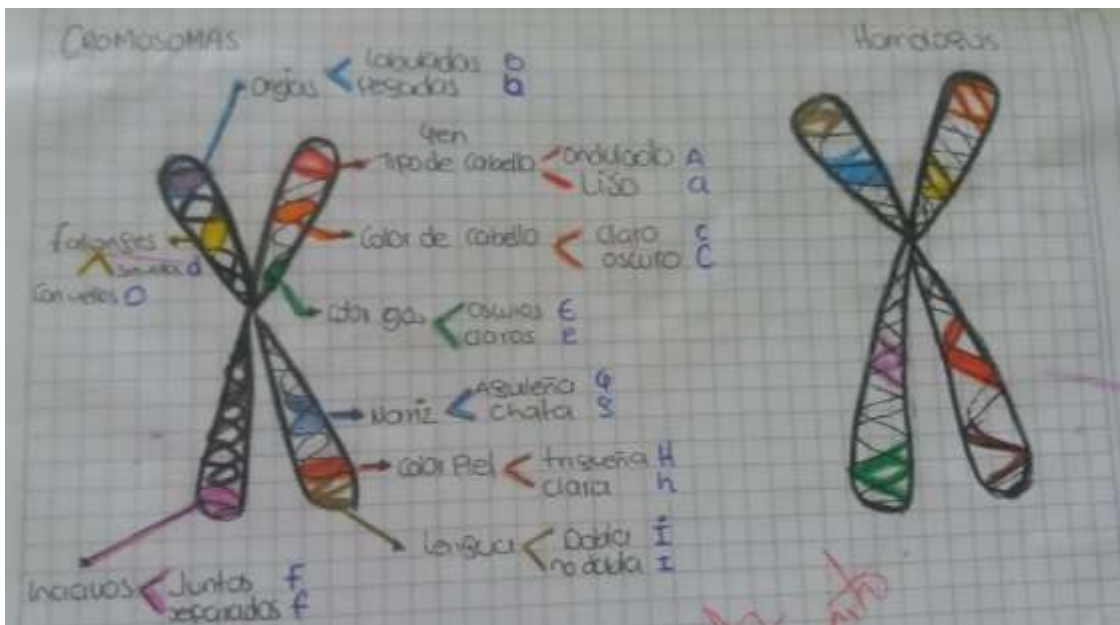
Actividad # 2:

Esta actividad tiene como objetivo identificar las características genéticas de los compañeros de clase, para posteriormente analizar cuáles son los caracteres dominantes y recesivos, para la realización de esta actividad deben diligenciar un cuadro como el siguiente, escogiendo 15 estudiantes al azar:

estudiante	tipo de cabello		color de ojos		lengua		oreja		incisivos	
	Liso	Crespo	oscuro	claro	dobla	no dobla	lobulada	pegada	pegados	despegados
1										
2										
3										

Una vez diligenciada la tabla se les pide a los estudiantes que determinen de cada uno de las características genéticas, cual es la dominante y cuál es la recesiva.

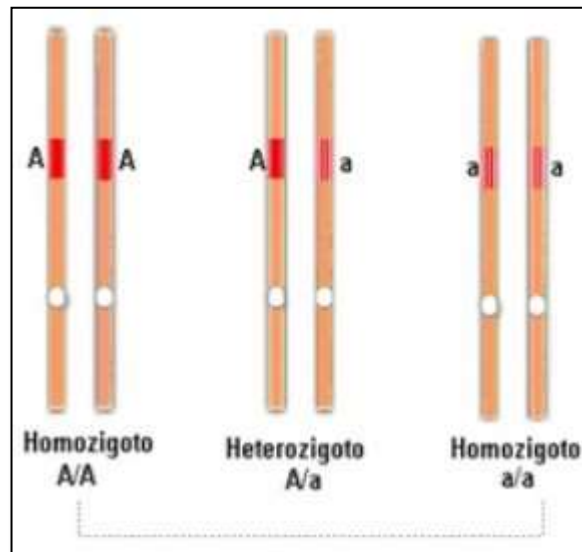
Posteriormente a partir de un dibujo del cromosoma se explica que es un gen y que es un alelo. En este momento los estudiantes asignan letras a cada carácter genético y distinguiendo a través del uso de la mayúscula el carácter dominante y el de la minúscula para el carácter recesivo.



Una vez realizado el esquema anterior los estudiantes definen con sus propias palabras los siguientes términos:

- Ⓜ Carácter dominante
- Ⓜ Carácter recesivo
- Ⓜ Gen
- Ⓜ alelo

Después se da una explicación a los estudiantes sobre las diferentes formas en las que se pueden presentar los cromosomas:



A partir de esta explicación se les propone a los estudiantes realizar la siguiente actividad.

Actividad # 3:

Teniendo en cuenta las características genéticas de su papá y de su mamá, determine si usted es homocigoto dominante, heterocigoto u homocigoto recesivo

para las siguientes características: (el cuadro que se muestra a continuación es un ejemplo)

Carácter Genético	Padre	Madre	Cromosomas Homólogos
Tipo de cabello	Oscuro = H	Claro h	HETEROCIGOTO
Vellos en las falanges	Si = P	Si = P	HOMOCIGOTO DOMINANTE
Color de piel	Oscuro = Q	Claro = q	HETEROCIGOTO
Forma de las orejas	Pegadas = r	Pegadas = r	HOMOCIGOTO RECESIVO
Incisivos	Juntos = T	Juntos = T	HOMOCIGOTO DOMINANTE
Color de cabello	Oscuro = L	Claro = l	HETEROCIGOTO
Lengua	Dobla = A	Dobla = A	HOMOCIGOTO DOMINANTE

Posteriormente damos inicio a la conceptualización de las leyes de Mendel:

LEYES DE MENDEL:

Las leyes de Mendel fueron desarrolladas por un científico genetista, considerado como el padre de la genética: Gregor Mendel. De allí su nombre. Este científico realizó experimentos que permitieron dilucidar elementos fundamentales de la herencia genética, como con un ejemplo de ley de Mendel, donde se explican los

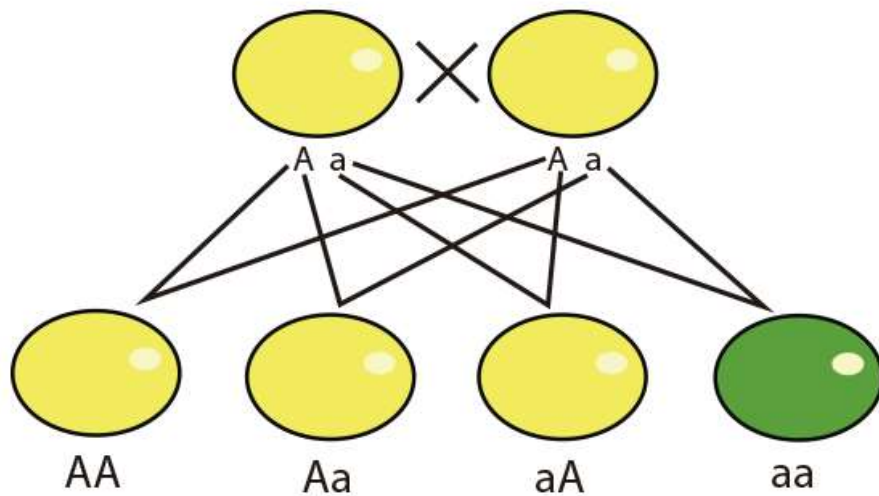
rasgos descendientes que se pueden predecir a través de las características de los progenitores de una especie, desde animales, plantas y hasta seres humanos.

La primera ley de Mendel, también llamada: Ley de la uniformidad de los híbridos de la primera generación, o simplemente Ley de la Uniformidad, plantea que, al cruzar dos variedades de una especie de raza pura, cada uno de los híbridos de la primera generación tendrá caracteres determinados similares en su fenotipo. Esto se debe a que las razas puras tienen un gen dominante o un gen recesivo. El genotipo dominante será entonces el que determine la característica o características principales de la primera generación del cruce, pero al mismo tiempo, también serán similares fenotípicamente entre sí, es decir, entre cada individuo de la primera generación.

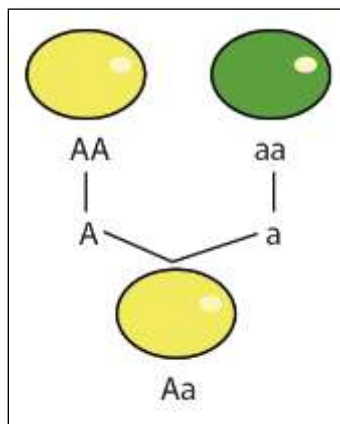
En el experimento realizado por Mendel para obtener la primera de las leyes de Mendel, utilizaba una especie de arveja que producían semillas amarillas como gen dominante y otra que tenía un gen recesivo que producía semillas verdes, por lo tanto, el alelo que llamaremos “A” daba el color amarillo por encima del alelo “a” que producía el color verde. El producto del cruce eran plantas que producían semillas amarillas.

Segunda Ley De Mendel

La segunda ley de Mendel, también conocida como la Ley de la Segregación, Ley de la Separación Equitativa, o hasta Ley de Disyunción de los Alelos. Esta dictamina que para que exista la reproducción de dos individuos de una especie, primero debe existir la separación del alelo de cada uno de los pares para que de esta manera se transfiera la información genética al hijo. Un alelo es, la variante genética que permite determinar un rasgo o carácter. Existen entonces, alelos dominantes y alelos recesivos.



Por esto, es que la segunda de las leyes de Mendel se la llama como de segregación o separación, ya que cada padre, aporta un alelo que se separa de cada uno, para formar un individuo en una nueva generación. Mendel, en su experimento, obtuvo solo semillas amarillas en la primera generación, pero en la segunda generación, los alelos se separaron para formar nuevas semillas verdes en menor proporción que las amarillas, pero aun así existentes.



En este momento se explica cómo se realiza un cruce monohíbrido, el cual deben realizar haciendo un cuadro de Punnett:

Cruce monohíbrido clásico:
Usado para determinar la probabilidad de un genotipo, pero solo usando un mismo tipo de alelo.

	femenino	A	a
masculino	A	AA	Aa
	a	Aa	aa

Dadas estas leyes se propone otra actividad, en secuencia con las actividades antes realizadas:

Actividad # 4:

Los estudiantes se reunirán en parejas (preferiblemente hombre y mujer) y realizarán cruces monohíbridos para cada una de las características que se analizaron anteriormente y partiendo de los genotipos asignados en la actividad anterior.

Ejemplo:

Analizar la descendencia de la característica doblar la lengua:

Andrés Gaitán X Alexandra Esquivel

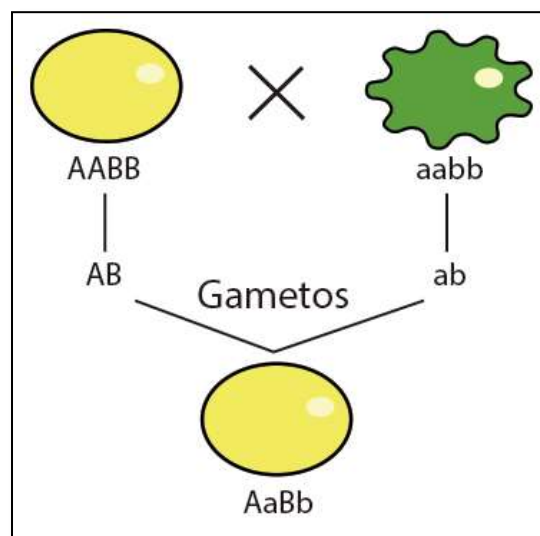
Como los padres de Andrés no tienen la capacidad de doblar la lengua, se dice que él es homocigoto recesivo para esta característica, por otra parte, uno de los padres de Alexandra Dobra la lengua, pero, el otro no, por tanto, ella es heterocigota para dicha característica. A partir de estos datos se realiza el respectivo cuadro de Punnett y se determina los posibles genotipos que tendrían los hijos de Andrés y Alexandra;

	a	a
A	Aa	Aa
a	aa	aa

A partir de dicho cuadro se les explica a los estudiantes que, del cruce entre Andrés y Alexandra, podrían salir dos hijos con la capacidad de doblar la lengua (los que presentan la letra asignada para el carácter dominante, en este caso la *A* mayúscula) y dos hijos no tendrían la capacidad de doblar la lengua. En este momento se hace la analogía de que, si se tuvieran cuatro balotas en una bolsa, cada una identificada como están en los cuadros de la descendencia es decir dos *Aa* y dos *aa*, existe la posibilidad de un 50% de que la balota que se saque sea *Aa* y otro 50% de que la balota que se saque sea *aa*. Vale la pena resaltar que esta analogía se realiza porque según los problemas realizados los estudiantes han considerado que el primer hijo que tengan doblaría la lengua, el segundo hijo también la doblaría, el tercer hijo no la doblaría y el cuarto hijo tampoco la doblaría, lo cual es erróneo, pues el cuadro de Punnett habla es de probabilidades.

Tercera Ley De Mendel

La tercera ley de Mendel, también llamada Ley de la Herencia Independiente de Caracteres o Ley de la Asociación Independiente. Según Mendel, hay rasgos heredados que se obtienen de forma independiente, sin relación con el fenotipo, lo cual no afecta al patrón de herencia de otros rasgos. Esta ley se cumple en los genes que no están ligados, es decir que se encuentran en diferentes cromosomas o que están en zonas muy separadas del mismo cromosoma.



Mendel, para concluir la tercera de sus leyes, realizó un cruce de plantas de arveja que producían semillas amarillas y lisas, con arvejas que producían semillas verdes y con textura irregular. Estas eran homocigóticas para los dos caracteres de textura y color. Se concluía que la ley de uniformidad estaba presente, pues con la primera generación se pudo obtener semillas amarillas y lisas.

Sin embargo, al cruzar esta primera generación para obtener una segunda generación, se observan nuevos tipos de semillas con caracteres diversos pero relacionados con la generación parental, se obtuvieron semillas amarillas y lisas, amarillas y rugosas, verdes y lisas, y verdes y rugosa.

Este científico fue quien acuñó algunos de los términos más conocidos de la genética, como son los términos “dominante” y “recesivo”, que son factores de la herencia presentes en las características y rasgos hereditarios en los organismos, todo esto a través de las tres **Leyes de Mendel**.

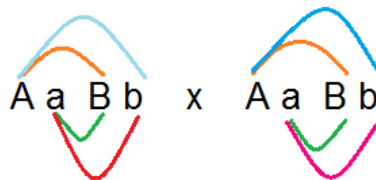
CRUCE DIHIBRIDO:

Actividad # 5:

Para la realización de un cruce dihíbrido, se tuvo en cuenta como se mencionó anteriormente dos características genéticas diferentes, a las cuales se les asignaba letras diferentes. Por ejemplo, se realizaba un cruce entre dos estudiantes del salón, siguiendo la secuencia de los problemas anteriores.

Andrés Gaitán				Alexandra Esquivel			
Color de cabello		Color ojos		Color cabello		Color ojos	
Papá	Mamá	Papá	Mamá	Papá	Mamá	Papá	mamá
A	a	B	b	A	a	B	b

A partir del cuadro anterior se derivan los gametos que estarían ubicados en cada una de las casillas del cuadro de Punnett:



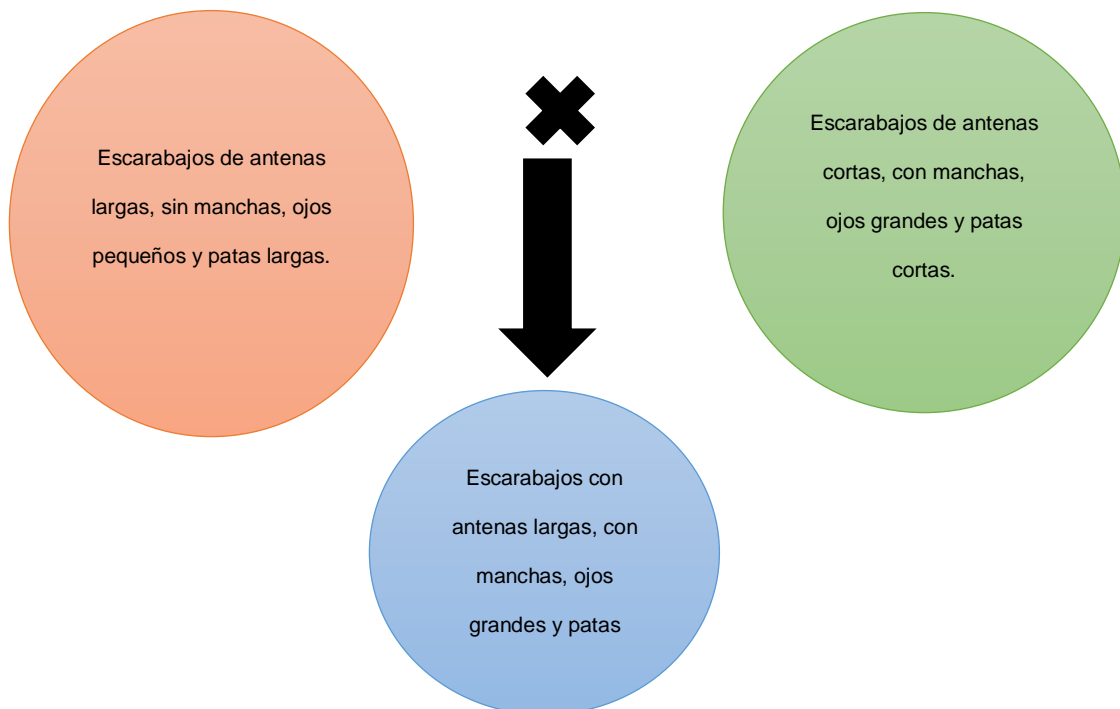
En este paso es importante mencionarles a los estudiantes que estas combinaciones se realizan debido a que los cromosomas durante la meiosis se separan en sus respectivas cromátides y se recombinan, generando así varios gametos posibles que más adelante determinarán las características de los descendientes.

Luego de haber realizado varios ejemplos de cruces monohíbrido y dihíbrido para las diferentes características genéticas que se pueden analizar se explican problemas con casos de animales y plantas, con el fin de afianzar más el conocimiento.

ACTIVIDAD N° 6:

Leer con atención y resolver los siguientes problemas que le ayudaran a comprender mejor las leyes de la herencia enunciadas por Mendel.

- ⓐ Considere las siguientes poblaciones de escarabajos: **A**, **B** y **C**. la población C se obtiene de cruzar la línea A y la línea B.



Describe los caracteres que se están teniendo en cuenta y establece cuáles serán las alternativas de cada carácter y su relación de dominancia y recesividad.

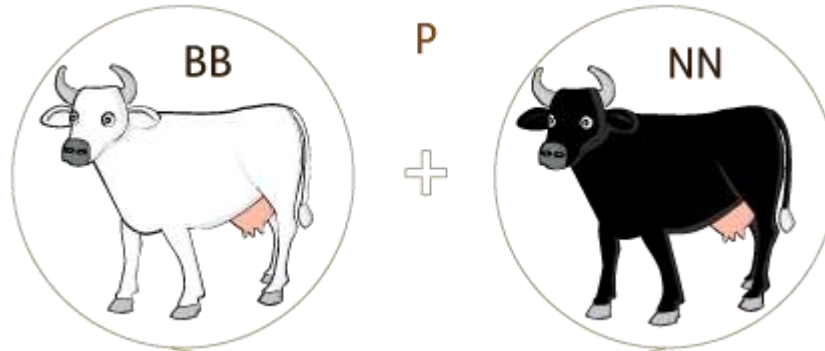
- Si hay un cruce entre un conejo blanco homocigoto y una coneja heterocigoto de color marrón, teniendo en cuenta que el alelo dominante es el marrón. ¿Cómo será la descendencia?



Representa los siguientes problemas utilizando los cuadros de punnett:

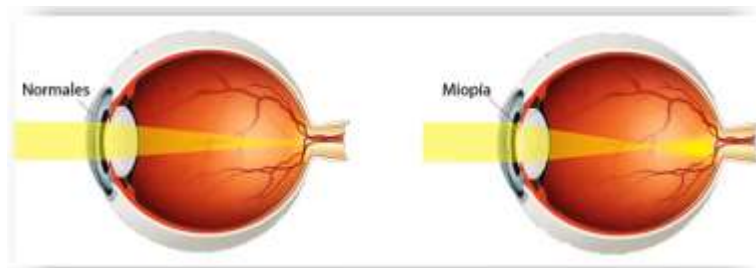
	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>
<i>AB</i>	<i>AABB</i>	<i>AABb</i>	<i>AaBb</i>	<i>AaBb</i>
<i>Ab</i>	<i>AABb</i>	<i>AAbb</i>	<i>AaBb</i>	<i>Aabb</i>
<i>aB</i>	<i>AaBB</i>	<i>AaBb</i>	<i>aaBB</i>	<i>aaBb</i>
<i>ab</i>	<i>AaBb</i>	<i>Aabb</i>	<i>aaBb</i>	<i>aabb</i>

En un cruce entre una vaca blanca homocigota y un toro heterocigoto de color negro. ¿Cómo será la descendencia?



Si se cruzan dos plantas de tomate homocigotas una de fruto rojo dominante y otra de fruto amarillo recesivo, ¿Cómo serán los individuos de la primera generación?

La miopía en el ser humano depende de un gen dominante, el gen de la visión normal es recesivo. ¿Cómo serán los hijos de un varón normal y de una mujer miope heterocigota?



En el ser humano el albinismo es el resultado de dos alelos recesivos y la pigmentación de un alelo dominante. Si dos individuos con pigmentación normal tienen un hijo albino. ¿Cuáles pueden ser sus genotipos? ¿Cuál es la probabilidad de que en su descendencia tengan un hijo albino?



ACTIVIDAD N° 7:

En grupos de dos estudiantes deben escoger un animal representativo de la región amazónica al cual le van a analizar dos características de las cuales estas puedan tener dos manifestaciones. Este organismo debe estar dibujado en una hoja tamaño carta con su nombre científico y especificando que características se le van a analizar con sus diferentes manifestaciones de la siguiente manera:

Supongamos que el animal escogido es el delfín rosado de la amazonia colombiana:



Inia geoffrensis

<http://recursosbiologicos.eia.edu.co/ecologia/estudiantes/delfinrosado.htm>

Debido a que el delfín rosado presenta una variabilidad fenotípica, los estudiantes deben investigar previamente cuáles son esas variabilidades y escoger dos de ellas, las cuales serán los caracteres que se analizarán, de acuerdo a esto realizarán la siguiente tabla:

CARÁCTER	MANIFESTACIÓN	REPRESENTACIÓN
Coloración	Rosado o gris	R= rosado; r=gris
Tamaño del hocico	Largo o mediano	L=largo; l=mediano

Teniendo en cuenta este ejercicio se refuerzan entonces conceptos de carácter científico como: gen, carácter, manifestación, dominancia y recesividad

GLOSARIO:

- ☉ GEN: Estructuras o fragmento de ADN en el que se encuentran los códigos correspondientes a los rasgos de los organismos.
- ☉ DOMINANTE: características que se manifiestan en el mayor número de los descendientes.
- ☉ RECESIVO: características de poca aparición o manifestación en los descendientes.
- ☉ ALELO: manifestaciones distintas de un mismo carácter.

*Tomado de Ciencias Naturales 8,
Editorial Santillana.*

Posteriormente se les pide a los estudiantes que dibujen los cromosomas homólogos en los que se observe la ubicación de los genes escogidos.

Se prosigue a explicar la resolución de problemas para la primera ley de Mendel o ley de la segregación, en este caso se pide a los estudiantes que realicen el modelo de cromosoma para dos individuos, pero para este caso solo se va a elegir una de las características.

De igual manera se hace la representación para la tercera ley de Mendel o ley de la segregación independiente de caracteres, en este caso se debe tener en cuenta las dos características que fueron elegidas al principio de la unidad, para el ejemplo serían la coloración del delfín y el tamaño del hocico, en este caso los estudiantes deciden qué características van a tener los organismos que se cruzan inicialmente, por ejemplo, pueden elegir cruzar un delfín de coloración rosada con el hocico mediano con un delfín de coloración gris con hocico largo, y así determinar cómo sería la descendencia.

ANEXO # 3: INSTRUMENTO # 2

ESTUDIOS DE CASO

Objetivo: determinar en qué nivel de resolución de problemas se encuentran los estudiantes

Lee con atención los siguientes casos:

Caso # 1: “Laura es una mujer de pelo oscuro que tiene un hermano de pelo claro y un hermano de pelo oscuro. Luis es un hombre de pelo claro que tiene una hermana de pelo oscuro” (propuesto por Ayuso y Banet, 1996)

Teniendo en cuenta estas circunstancias lee las siguientes cuestiones:

¿Qué color de pelo pueden tener los padres de Luis y Laura?

¿Cuál es el carácter dominante?

¿Cómo podrían ser los descendientes del matrimonio entre Laura y Luis?

Antes de escribir tus respuestas responde los siguientes interrogantes:

¿Qué quieren decir dichas preguntas?

¿cuáles son los datos?

¿haz resuelto un problema similar a este?

¿Cuántas variables hacen parte del problema? Realiza una lista

¿estas variables están relacionadas? ¿Por qué?

Caso # 2: “en una pareja el color de los ojos tanto del padre como de la madre son marrones” (propuesto por Narvaez, 2014)

Lee la siguiente cuestión:

¿la pareja puede tener un bebe de ojos azules?

Antes de escribir tus respuestas responde los siguientes interrogantes:

¿Qué quieren decir dichas preguntas?

¿cuáles son los datos?

¿haz resuelto un problema similar a este?

¿Cuántas variables hacen parte del problema? Realiza una lista

¿estas variables están relacionadas? ¿Por qué?

ANEXO # 4: INSTRUMENTO # 3

ENTREVISTA

En este instrumento se presenta a cada estudiante cualquiera de los problemas que se muestran a continuación:

Problema # 1:

Si una persona manifiesta el alelo recesivo para determinado gen ¿esa persona es homocigota o heterocigota para ese carácter?

Problema # 2:

Una pareja en la que ambos (hombre y mujer) tienen el pelo en pico, que es el carácter dominante, ¿pueden tener un hijo con la forma del pelo recto, que es el carácter recesivo?

Problema # 3:

¿Cómo podrían ser los genotipos de un hombre y una mujer con piel pigmentada, los cuales tienen un hijo albino?

Problema # 4:

Si al cruzar una planta de flores rojas con otra planta de flores blancas, se obtiene una planta de flores rosadas, ¿se estarían cumpliendo las leyes de Mendel?

Las respuestas a los anteriores problemas fueron grabadas para poder realizar un análisis más profundo y detallado de lo que quieren expresar los estudiantes.