



INCIDENCIA DE LOS PROCESOS ARGUMENTATIVOS EN LOS MODELOS
EXPLICATIVOS DEL CONCEPTO TRANSMISIÓN DE CARACTERES
HEREDITARIOS EN EL CONTEXTO DE LAS EXCEPCIONES MENDELIANAS

PATRICIA CAROLINA CASAS MARTÍNEZ

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

2020

INCIDENCIA DE LOS PROCESOS ARGUMENTATIVOS EN LOS MODELOS
EXPLICATIVOS DEL CONCEPTO TRANSMISIÓN DE CARACTERES
HEREDITARIOS EN EL CONTEXTO DE LAS EXCEPCIONES MENDELIANAS

Autora

PATRICIA CAROLINA CASAS MARTÍNEZ

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

Asesor

OMAR DAVID ÁLVAREZ TAMAYO

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

2020

DEDICATORIA

“Abimelec le dijo a Abrahám –es obvio que Dios está contigo, ayudándote en todo lo que haces” Génesis 21:22

A Dios por estar presente en mi vida y la de mi familia, mostrando su infinita gracia.

A mi madre y mi esposo por estar siempre apoyando e impulsando cada paso en mi vida.

A mi hija por ser mi motor y motivación para concluir con éxito cada una de las metas.

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios por estar presente guiando cada etapa hasta la culminación de este proceso, haciendo posible lo imposible y mostrando siempre su infinita gracia.

A mi esposo Jersson Varón y mi hija Gabrielle Varón Casas porque su amor, apoyo, comprensión y motivación fueron alicientes en cada una de las etapas del desarrollo de este proyecto.

A mi asesor Mg Omar David Álvarez Tamayo por sus consejos, acompañamiento, disponibilidad y cada una de sus enseñanzas que aportaron significativamente en el desarrollo del proyecto.

A Sol Ángela Ojeda porque su apoyo y colaboración alentaron los momentos difíciles y facilitaron este proceso.

A Johnny Rhenals por su gran apoyo, paciencia y colaboración

Al programa de Maestría en Enseñanza de las Ciencias por aportar en mi desarrollo profesional y personal brindando herramientas que me permitan impactar en mi quehacer docente.

A la Institución Educativa Rural Vanguardia y en especial a mis estudiantes del grupo 901 por su disposición, apoyo, interés y participación en el transcurso de la intervención didáctica.

RESUMEN

El propósito de la investigación fue comprender la incidencia de los procesos argumentativos en los modelos explicativos de la transmisión de caracteres hereditarios en las excepciones Mendelianas; lo cual se desarrolló con estudiantes de grado noveno en la Institución Educativa Rural Vanguardia del municipio de Villavicencio, mediante un estudio de tipo cualitativo, de orden comprensivo con perspectiva de estudio de caso, que contiene tres momentos, tales como la identificación de niveles argumentativos y modelos explicativos iniciales, el diseño y aplicación de una unidad didáctica enfocada al fortalecimiento de procesos argumentativos y el reconocimiento de cambios en los niveles argumentativos y modelos explicativos iniciales y finales luego de la intervención didáctica. Como resultados, se obtuvo a nivel grupal una movilización de niveles argumentativos del 1 al 2 y de modelos explicativos del mendeliano general, específico, cotidiano, reproductivo, herencia mezcladora al modelo postmendeliano con una menor aparición del mendeliano específico, general, molecular y reproductivo; en los casos particulares sus respuestas se movilizaron del nivel de argumentación 1 al 2 y del modelo explicativo mendeliano general y específico al modelo postmendeliano representado en patrones como la codominancia, dominancia intermedia, herencia ligada al cromosoma X y Y y en dos de los casos en la poligénia. Concluyendo que los procesos argumentativos incidieron en la movilización a modelos explicativos postmendelianos, a través de actividades intencionadas en el aula que involucraron la construcción de argumentos en diversos escenarios, impulsando procesos de aprendizaje del concepto de una manera gradual en contextos individuales y colectivos.

Palabras clave: Procesos argumentativos, modelos explicativos, herencia postmendeliana.

ABSTRACT

The purpose of the research was to understand the prevalence of the argumentative processes in the explanatory models of the transmission of hereditary characters in the Mendelian exclusions; which was developed with ninth grade students at the Vanguardia Rural Educational Institution of the municipality of Villavicencio, through a qualitative study, of a comprehensive order with a perspective case study, which contains three moments. It involves in the identification of argumentative levels and initial explanatory models, as well as, the design and application of a didactic unit focused on the strengthening of argumentative processes and the recognition of changes in the argumentative levels and initial and final explanatory models after the didactic intervention. As a result, a mobilization of argumentative levels from 1 to 2 and explanatory models of general mendelian, specific, daily, reproductive, mixing heritage to postmendelian model and in less appearance to specific mendelian and general, molecular and reproductive, is obtained at the group level. In particular cases, their responses were mobilized from the level of argumentation 1 to 2 and from the general Mendelian explanatory model and specific to the post-mendelian model represented in the codominance, intermediate dominance, inheritance linked to the X and Y chromosome and in two of the cases in the polygenic. It is concluded that the argumentative processes affect the mobilization to post-mendelian explanatory model, over intentional activities in the classroom that involve the construction of arguments in different scenarios, since they drive learning processes of the concept gradually in individual and collective contexts.

Keywords: argumentative processes, explanatory models, post-mendelian inheritance

CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN.....	12
2	ANTECEDENTES.....	14
3	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	27
4	JUSTIFICACIÓN.....	31
5	OBJETIVOS.....	34
5.1	GENERAL.....	34
5.2	ESPECÍFICOS.....	34
6	MARCO TEÓRICO	34
6.1	LA ARGUMENTACIÓN	35
6.1.1	Perspectivas de Argumentación	36
6.1.2	Los Procesos Argumentativos.....	38
6.1.3	Construcción de Estructuras Argumentativas	39
6.1.4	Marco Analítico de los Argumentos	41
6.1.5	Argumentación en las Aulas de Ciencias.....	43
6.2	MODELOS EXPLICATIVOS.....	46
6.2.1	Los Modelos Explicativos en el Aula de Ciencias.....	48
6.2.2	Recorrido Histórico del Concepto Transmisión de Caracteres Hereditarios.....	49
6.2.3	Modelos Explicativos Relacionados a la Transmisión de Caracteres Hereditarios	56
7	METODOLOGÍA.....	60
7.1	TIPO DE ESTUDIO	60
7.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	61
7.2.1	Momento Uno (Identificación)	61
7.2.2	Momento Dos (Estrategia Didáctica).....	63
7.2.3	Momento Tres (Análisis de la Incidencia de los Procesos Argumentativos).....	66
7.3	UNIDAD DE TRABAJO.....	67
7.4	UNIDAD DE ANÁLISIS	67
7.5	PLAN DE ANÁLISIS.....	70
7.6	RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN Y VALIDEZ DE LOS INSTRUMENTOS ...	74

7.7	CONSIDERACIONES ÉTICAS EN EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	74
8	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	76
8.1	MOMENTO INICIAL Y FINAL.....	76
8.2	ANÁLISIS DE LOS MODELOS EXPLICATIVOS DEL GRUPO DE ESTUDIANTES .	78
8.3	ANÁLISIS DE LOS NIVELES ARGUMENTATIVOS DEL GRUPO TOTAL DE ESTUDIANTES	87
8.4	MODELOS EXPLICATIVOS Y NIVELES ARGUMENTATIVOS DE KAREN (ANÁLISIS DE CASO).....	93
8.4.1	Momento Inicial.....	93
8.4.2	Momento Final.....	100
8.5	MODELOS EXPLICATIVOS Y NIVELES ARGUMENTATIVOS DE LINA (ANÁLISIS DE CASO)	108
8.5.1	Momento Inicial.....	108
8.5.2	Momento Final.....	113
8.6	MODELOS EXPLICATIVOS Y NIVELES ARGUMENTATIVOS DE ANTONIO (ANÁLISIS DE CASO).....	122
8.6.1	Momento Inicial.....	122
8.6.2	Momento Final.....	127
8.7	POSIBLE RELACIÓN DE LOS MODELOS EXPLICATIVOS Y LOS NIVELES ARGUMENTATIVOS	135
9	CONCLUSIONES	146
10	RECOMENDACIONES	149
11	REFERENCIAS.....	150
12	ANEXOS.....	157

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Niveles Argumentativos Propuestos por Erduran, Simón y Osborne. 2004.	43
Tabla 2. Modelos explicativos relacionados a la transmisión de caracteres hereditarios.....	58
Tabla 3. Categorización y operacionalización de las categorías.....	68
Tabla 4. Códigos Componentes del Argumento.....	77
Tabla 5. Niveles Argumentativos.	77
Tabla 6. Indicadores modelo molecular de herencia	83
Tabla 7 Modelos explicativos usados por la estudiante Karen en el momento inicial.	94
Tabla 8. Modelos explicativos usados por la estudiante Karen en el momento final.....	100
Tabla 9. Modelos explicativos usados por la estudiante Lina en el momento inicial.	108
Tabla 10. Modelos explicativos usados por la estudiante Lina en el momento final.	113
Tabla 11. Modelos explicativos usados por el estudiante Antonio en el momento inicial.	122
Tabla 12. Modelos explicativos usados por el estudiante Antonio en el momento final. .	127
Tabla 13. Relación modelos explicativos y niveles argumentativos en los estudios de caso de Karen, Lina y Antonio en el momento inicial y final	142

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Elementos Propuestos por Toulmin 1969, que intervienen en el proceso de la construcción de un argumento.....	41
Figura 2. Diseño general de la investigación.....	61
Figura 3. Esquema general correspondiente al momento uno del proyecto de investigación.	63
Figura 4. Esquema general correspondiente al momento dos del proyecto de investigación.	65
Figura 5. Esquema general correspondiente al momento tres del proyecto de investigación.	66
Figura 6. Plan general de análisis	73
Figura 7. Modelos explicativos iniciales y finales	79
Figura 8. Estructura argumentativa en instrumento de indagación inicial estudiante Karen	99
Figura 9. Estructura argumentativa en instrumento de indagación final estudiante Karen.	105
Figura 10. Estructura argumentativa en instrumento de indagación inicial, estudiante Lina.	112
Figura 11. Respuesta Lina frente a interrogante P2.....	114
Figura 12. Respuesta Lina frente a interrogante P6.....	117
Figura 13. Estructura argumentativa en instrumento de indagación Final, estudiante Lina.	120
Figura 14. Estructura argumentativa en instrumento de indagación Inicial, estudiante Antonio	126
Figura 15. Respuesta Antonio frente a interrogante P2.....	129
Figura 16. Respuesta Antonio frente a interrogante P7.....	130
Figura 17. Estructura argumentativa en instrumento de indagación Final, estudiante Antonio	133
Figura 18. Relación niveles argumentativos y modelos explicativos en las respuestas hallados en el instrumento de indagación inicial y final.	136

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. INSTRUMENTO DE INDAGACIÓN.....	157
ANEXO 2. GUIA ACTIVIDAD ARGUMENTACIÓN.....	162
ANEXO 3. UNIDAD DIDÁCTICA	164

1 PRESENTACIÓN

La argumentación y los modelos explicados son dos aspectos que han venido tomando forma e importancia a partir de los aportes que prestan a los procesos de aprendizaje. La primera es un proceso que trae consigo habilidades de índole cognitivo, lingüístico y social que facilitan la expresión y evaluación de razonamientos que permitirán la comprensión de conceptos y la construcción de conocimiento (Ruiz, Tamayo y Márquez, 2015; Henao, 2010; Revel, et al., 2005); por tal razón ha sido considerada necesaria en la enseñanza de las ciencias (Cardona, 2009) importante para mejorar y aprehender el conocimiento científico (Posada, 2015) para desarrollar procesos de pensamiento y para la construcción de explicaciones, modelos y teorías (Sánchez, González y García. 2013).

Por su parte los modelos explicativos, concebidos como un tipo de representación, son eje central en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (Orrego, López y Tamayo, 2013). por lo que la descripción de estos en los estudiantes es la base para la planeación de la enseñanza (Tamayo, Orrego y Dávila, 2014; Arzola, Muñoz, Rodríguez y Camacho, 2011). Ya que permite identificar obstáculos en el aprendizaje y concebir estrategias para “modificar, reconstruir y enriquecer” sus modelos sobre un fenómeno de su entorno (Arzola, et al., 2011).

Es de este modo y a partir de elementos y situaciones propias del contexto, que la argumentación, específicamente los procesos argumentativos y los modelos explicativos se constituyen en aspectos centrales en la presente investigación, en la que se busca comprender cómo inciden los procesos argumentativos en el cambio de los modelos explicativos del concepto transmisión de caracteres hereditarios dentro del contexto de las excepciones de los principios Mendelianos.

Frente a esto se presenta una recopilación de investigaciones asociadas a las categorías centrales, que brindan inicialmente aspectos referentes a la argumentación donde se describe su rol en la construcción de conocimiento escolar, la necesidad de su empleo en el aula para el aprendizaje y su papel en el desarrollo de habilidades cognitivas, lingüísticas y

sociales entre otras. Posteriormente, aspectos relacionados a los modelos explicativos donde se muestra su papel en el aprendizaje y su relación con la argumentación, así como el vínculo de las dos categorías con el campo de la genética.

En el contexto teórico, la argumentación se plantea desde la perspectiva de Toulmin (2003), considerando a partir de ello procesos argumentativos y estructura argumentativa; se describe la propuesta de Erduran, Simon y Osborne (2004), quienes desde el modelo de Toulmin aportan una herramienta para verificar la calidad de la argumentación. Se presenta a los modelos explicativos en la perspectiva de Orrego, et al., (2013), un recorrido histórico por el concepto transmisión de caracteres hereditarios y una recopilación de modelos explicativos presentes en algunas investigaciones relacionados a la herencia.

En el marco metodológico se plantea un estudio cualitativo de corte comprensivo Hernández, Fernández y Baptista (2014) con perspectiva de estudio de caso Hernández y Mendoza (2008) desarrollado en tres momentos, que corresponden con la indagación de modelos explicativos y niveles argumentativos iniciales, aplicación de una estrategia didáctica orientada al fortalecimiento de los procesos argumentativos y análisis de la incidencia de los procesos argumentativos en los modelos explicativos del concepto transmisión de caracteres hereditarios en el contexto de las excepciones Mendelianas.

Se presentan los resultados a nivel general representados en el grupo total de 21 estudiantes y en particular partir de las respuestas de tres de ellos donde se presta interés en lo referente a sus modelos explicativos y niveles argumentativos en los momentos inicial y final luego de la intervención didáctica, así como las relaciones entre la argumentación y los modelos explicativos del concepto.

Por último, se concluye estableciendo una relación entre los procesos argumentativos y el cambio a modelos explicativos relacionados a la herencia postmendeliana posterior a la intervención didáctica.

2 ANTECEDENTES

El siguiente apartado contiene los antecedentes de diferentes investigaciones desarrolladas, en el ámbito nacional e internacional. Estos trabajos de investigación dan cuenta del estudio, metodología y resultados obtenidos; tales aspectos fueron tomados en consideración porque aportan de alguna u otra manera al desarrollo del presente trabajo, por lo cual los documentos revisados corresponden a investigaciones asociadas a la argumentación, modelos explicativos y conceptos asociados a la transmisión de caracteres hereditarios.

La argumentación es una habilidad en la cual se han venido desarrollando múltiples trabajos desde diversas perspectivas que describen las bondades de este en el aprendizaje de las ciencias y en la formación de estudiantes críticos

En cuanto argumentación en el aula, Posada (2015), realizó un estudio sobre la “La argumentación y su rol en el aprendizaje de la ciencia”. El objetivo del trabajo consistió en evaluar la calidad de los argumentos al implementar un programa pedagógico innovador basado en la argumentación como herramienta para fomentar habilidades científicas en los niños. En otras palabras, el texto se enfatiza en analizar la relación entre la argumentación y el aprendizaje de la ciencia. El autor concluye que las prácticas argumentativas tienen un componente social, ya que se construyen a partir de la interacción, en el debate, en la confrontación de posiciones y esto se da cuando hay un intercambio igualitario de ideas entre los participantes cuando hay dominio básico de términos científicos. Por eso, la argumentación científica en clase ayuda a mejorar el conocimiento científico para su aprehensión y sirve como inicio para el desarrollo de actividades colaborativas donde se comparte el conocimiento.

En relación a la didáctica y la argumentación, en Tamayo (2014) “Pensamiento crítico dominio-específico en la didáctica de las ciencias”, el autor hace una discusión general acerca de los objetos de estudio de la didáctica de las ciencias y su relación con el campo de la pedagogía. Se trató de un estudio mixto y las categorías analizadas fueron: solución de

problemas, metacognición y argumentación, las cuales son componentes esenciales del pensamiento crítico en los estudiantes de básica primaria. Para la recolección de los datos se diseñaron diez talleres en donde se presentaban situaciones problema sobre diferentes temáticas de ciencias. Los análisis fueron elaborados con 224 niños y 5 maestros. El estudio se adelantó en tres momentos, en donde en cada una se realizó el análisis de las categorías, así como la relación entre ellas. Los resultados fueron presentados de manera independiente para cada una de las categorías investigadas, así como un análisis comprensivo de la relación entre ellas en función de comprender la expresión del pensamiento crítico en los niños que participaron del estudio. Los resultados obtenidos reflejan que las categorías motivación y metodología son indispensables en lo referido a las habilidades que debe poseer un maestro con pensamiento crítico.

Con una perspectiva más específica en la argumentación, Henao (2010), en “Hacia la construcción de una ecología representacional: aproximación al aprendizaje como argumentación, desde la perspectiva de Stephen Toulmin”, muestra el análisis desde la perspectiva epistemológica de Stephen Toulmin y asume el propósito de hallar algunos de los componentes y características de la ecología representacional de orden ontológico, epistemológico, disciplinar y valorativo en un grupo de estudiantes de licenciatura. Busca, además incentivar la argumentación sustantiva reconociendo el valor del modelo de Toulmin como estrategia didáctica; el cual, hace posible la autorregulación de los aprendizajes e identificando que, en relación a los componentes y la ecología representacional, priman perspectivas epistemológicas moderadas que surgen por las dificultades en la construcción de refutaciones y de un saber disciplinar poco apropiado.

Una recopilación de diversas investigaciones es expuesta por, Revel, et al., (2005), en “Estudios sobre la enseñanza de la argumentación científica escolar”. Donde muestran investigaciones e innovaciones en torno a la enseñanza de la argumentación científica escolar, entendida como habilidad cognitivo-lingüística, indispensable para la alfabetización científica. El propósito del estudio fue ayudar a profesores y docentes a entender la doble naturaleza; ya que, la actividad científica se caracteriza por la

controversia, el diseño y la necesidad de elección entre distintos elementos teóricos. Los investigadores concluyen que el trabajo explícito sobre la argumentación desde un nivel metateórico, sirve de ayuda para profesores y estudiantes para reconocer la importancia de este procedimiento científico en la elección entre teorías y en la producción científica, de manera que las producciones escritas y orales sean más significativas.

Aspectos relacionados al análisis de construcciones de orden argumentativo, fueron desarrollados por Sarda y Sanmartí (2000), en “enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias”, quienes se proponen indagar las principales características de un texto argumentativo científico y planteando un modelo de análisis de las dificultades de un grupo de estudiantes con el fin de generar propuestas didácticas para que los alumnos construyan ese tipo de texto en las clases de ciencias. Para llevar a cabo el estudio, los estudiantes elaboraron textos escritos y orales, a partir de un juego de rol, en donde se generó una discusión y los participantes debían generar contraargumentos; por ello, se recolectaron las producciones iniciales correspondientes a 9 textos orales y 11 escritos a través de los cuales pretendían argumentar su punto de vista. Los investigadores analizaron la estructura, anatomía (validez formal, secuencia y conectores) y fisiología de los textos argumentativos (concordancia entre hechos y conclusión, aceptabilidad de la justificación principal, la relevancia y la ejemplificación). De esta manera, pudieron constatar que los estudiantes no seleccionan argumentos relevantes y acordes al punto de vista científico – hecho, encontrando dificultades en aspectos relacionados a la fisiología del texto, especialmente a la selección de evidencias significativas existiendo una preocupación por los elementos de la estructura más que por los razonamientos significativos y de validez científica.

La argumentación es una habilidad que ha venido tomando forma hacia la aplicación en el aula y al desarrollo del aprendizaje; la literatura frente a este tópico es abundante mostrando diversas perspectivas y aplicaciones que dan cuenta de su origen y evolución. El trabajo de Henao (2010) y Sarda y Sanmartí, (2000) muestran entre varios aspectos, los relacionados a la argumentación desde la lógica sustantiva apoyada en Toulmin, por lo que varios

apartados presentan aportes que permiten distinguir bondades en su aplicación; para los dos primeros la perspectiva de Toulmin propende a la argumentación desde la racionalidad donde los argumentos utilizados en la ciencia son susceptibles a explicaciones que implican una determinada rigurosidad en su construcción y uso de “buenas razones” lo que hace prestar atención a la estructura del argumento valorando su racionalidad.

La argumentación es situada como un proceso dialógico por Tamayo (2014), Sarda y Sanmartí (2000) y como un proceso cognitivo lingüístico por Revel, et al (2005), por lo que estos reúnen algunas de las perspectivas en la argumentación, pero también permiten dar claridad al papel de la lógica sustantiva, al rol de apoyo de la argumentación a los procesos de autorregulación y a su inferencia en aspectos sociales lo que brinda elementos, que aunque no son de implicancia directa realizan interesantes aportes a la investigación. .

Adicionalmente a los aportes descritos en las investigaciones antes mencionadas, se le suman el papel que asignan a la argumentación en la construcción de conocimiento científico y escolar, en el avance de teorías científicas, en el apoyo central al trabajo científico, y a la evaluación de teorías y modelos que finalmente admitirán cambios y desarrollos en la ciencia. Todos ellos, algunos con exigencias más fuertes que otros, plantean la necesidad de fomentar la argumentación en las clases de ciencias, recomendando dar un trato explícito a las actividades que permitan su desarrollo; en esto Posada (2015) indica que estas habilidades no son innatas y Tamayo (2014) que esta promueve el desarrollo de otras habilidades de pensamiento, por lo que las instituciones educativas como agentes sociales deben prestar atención a los contextos que generan los espacios para la argumentación, así como la planeación minuciosa de la transposición didáctica. Donde es importante que se reconozcan las estructuras argumentativas y se privilegien los trabajos en grupo que favorezcan el discurso.

Otro aspecto tratado en esta revisión concierne a los modelos explicativos, ya que se corresponde con un campo reciente en la didáctica de las ciencias que ha mostrado su apoyo a los procesos de aprendizaje.

Una descripción referente a modelos explicativos encontramos en la investigación “evolución de los modelos explicativos sobre el concepto de fagocitosis en estudiantes universitarios” donde Orrego y López (2013) describen los modelos que presentan estudiantes universitarios frente al concepto e identifican obstáculos para su aprendizaje, para ello se plantearon identificar los modelos explicativos sobre el proceso de fagocitosis y caracterizar la evolución conceptual de los modelos del concepto después de la intervención didáctica. Realizaron un estudio con 20 estudiantes donde logran la caracterización de los modelos de fagocitosis usados y además la descripción de la evolución conceptual resultado del proceso de enseñanza. Aterrizados a los modelos explicativos en la biología Arzola, Muñoz, Rodríguez & Camacho (2011) en “importancia de los modelos explicativos en el aprendizaje de la biología”, realizan una revisión de los modelos explicativos indicando la importancia de promover en los estudiantes su construcción y de considerar desde la naturaleza de la biología la necesidad de su implementación en el aula.

Elementos esenciales a ser considerados en cualquier investigación que haga uso esta perspectiva, son aportados por Orrego y López (2013) y Arzola, et al., (2011); la primera tiene hallazgos importantes que verifican obstáculos como el alejamiento de los conceptos previos y su aplicación en las explicaciones de fenómenos cotidianos, en el valor asignado al sentido común respecto al conocimiento científico y la dificultad en el uso de lenguajes especializados, por su parte, en la segunda concluyen sobre la importancia del conocimiento disciplinar, la regulación de los aprendizajes hacia procesos de modelización, la relevancia de la identificación de modelos explicativos iniciales para el reconocimiento de obstáculos buscando la planificación de estrategias que permitan modificar, reconstruir y enriquecer los modelos mentales y por ultimo hacen énfasis en como la biología se orienta bajo diversas representaciones por lo cual es necesario repensar la representación de modelos que expliquen el pensamiento científico. Todo esto permite enlistar consideraciones necesarias en el momento de hacer uso de esta línea de modelos explicativos que permitirán cualificar las estrategias usadas en las intervenciones

En el campo de la biología, específicamente en lo que concierne a los modelos explicativos y la argumentación se ubican diversos trabajos cuyos objetivos pretenden la movilización de estos para el aprendizaje de los conceptos.

Entre estos, la propuesta titulada: “Argumentación y modelos explicativos de los estudiantes de séptimo grado en torno al concepto tejido” allí Pájaro, Trejos, Tamayo y Ruiz (2017), establecieron relaciones entre el desarrollo de la competencia argumentativa y los modelos explicativos del concepto tejido muscular. Aplicaron un cuestionario a 30 estudiantes, el cual sirvió para identificar los elementos de los modelos conceptuales que fueron utilizados por los estudiantes para explicar el concepto de tejido muscular. Estos primeros datos permitieron realizar el diagnóstico para el diseño y posterior aplicación de una secuencia didáctica. Los datos obtenidos durante la investigación, fueron sometidos al análisis del discurso en el que se compararon las respuestas de los estudiantes con elementos definidos por autores como: Erduran, Simon y Osborne (2004), para constatar los niveles de argumentación evidenciados por cada estudiante. La investigación y el análisis permitió concluir que en el momento inicial se presentaron relaciones entre los modelos explicativos y los niveles de argumentación que mostraron las respuestas de los estudiantes. También, la teoría neumática y la teoría del uso y el desuso se relacionaron con niveles bajos de argumentación, mientras que en la teoría neumática se percibe una disminución en el número de estudiantes que mostraron el nivel 1 de argumentación.

Otra investigación que describe los niveles argumentativos y los modelos explicativos, pero ya en el concepto de célula es el desarrollado por Castillo (2018), quien en un grupo de grado sexto realiza una investigación de corte cualitativo descriptivo donde a partir del uso de un cuestionario inicial y final obtiene datos respecto a los niveles argumentativos y modelos explicativos estableciendo cambios en estos e indicando la importancia de la unidad didáctica como herramienta metodológica para la movilización de estos y para la superación de los obstáculos de aprendizaje que se puedan evidenciar en el proceso de aprendizaje.

En el ámbito ecosistémico, comprender el aporte de la argumentación al cambio en los modelos explicativos en equilibrio ecológico, es la finalidad del trabajo titulado “Aporte de la argumentación al cambio en los modelos explicativos sobre equilibrio ecológico” donde Trujillo (2018) a partir de un enfoque cualitativo comprensivo sobre el estudio de caso múltiple identifica modelos explicativos y niveles argumentativos iniciales y finales y reconoce el aporte de la argumentación al cambio de los modelos explicativos, concluyendo en la identificación de perspectivas esencialistas en los modelos explicativos que trascendieron a modelos deterministas y en equilibrio, donde se apreció el uso de lenguajes propios del modelo y de estructuras argumentativas .

En conformidad a las investigaciones descritas anteriormente, se evidencian en el último año varios trabajos en el área de las ciencias naturales que relacionan a la argumentación con los modelos explicativos; Investigaciones como la de Pájaro, et al. (2017), Castillo (2018), Trujillo (2018), en una línea similar buscan establecer la relación entre la argumentación y modelos explicativos, los cuales desde diversas perspectivas en argumentación y modelos relacionados al concepto, presentan metodologías y planes de análisis que difieren en algunos de ellos, concluyendo en verificar una relación llamada por algunos como bidireccional o proporcional, entre el aumento de niveles argumentativos verificados a partir del cotejo con niveles propuestos por otros autores y el uso de modelos explicativos que evidencian acercamientos a explicaciones científicas; este aporte apoya de gran manera la presente investigación ya que concluyen en elementos como el uso de lenguajes propios de los modelos, análisis respecto a la evolución conceptual, aumento de habilidades de interpretación, uso de espacios discursivos y temáticas socio-científicas.

Respecto a la transmisión de caracteres hereditarios es necesario situarse en trabajos relacionados a la genética y a la herencia, que indaguen sobre el concepto, los modelos explicativos y la argumentación.

Una investigación que contribuye a la argumentación y más especialmente al conocimiento de modelos en la argumentación en el área de la genética corresponde al

desarrollado por Cardona (2008) “Modelos de argumentación en ciencias: una aplicación a la genética” en este se presta atención al uso del lenguaje y a la caracterización de este en torno a un tópico particular como lo es la genética, esto a partir de una investigación descriptiva con análisis del discurso y del contenido que tiene en cuenta el comportamiento interlocutor pertinente a la identificación de índices lingüísticos (Datos, Justificaciones, conclusiones, contrargumento, Fundamentación) y el comportamiento discursivo en tono a los mecanismos lingüísticos (relaciones lógico-semánticas entre las partes del discurso y el componente conceptual) y discursivos (deixis y algunos mecanismos de modelización) asociados a la estructura argumentativa; para ello hacen uso de problemas relacionados a la genética en estudiantes universitarios con una intervención en tres momentos cuyo propósito fue recolectar información para la construcción de los modelos argumentativos.

Sus resultados evidencian el uso por parte de los estudiantes de modelos de herencia preformista, epigénista, particulado y fusión de caracteres con predominio de uno u otro dependiendo del participante siendo los más usados el preformista y el particulado, además del uso constante de experiencias personales familiares o conocidas. En cuanto a las estructuras argumentativas dominantes son la conclusión-justificación y datos-conclusión lo que se da por la complejidad del componente conceptual, la generalización, las habilidades de abstracción y la situación polémica. La investigación también evidenció que los estudiantes a la hora de resolver problemas emplean estructuras argumentativas restringidas, caracterizados por la utilización constante de conectores de posibilidad y deícticos, y el uso de modelos de herencia que han precedido al modelo molecular. En lo referido al modelo argumentativo, han hecho alusión del modelo de Toulmin, como herramienta para estudiar la argumentación o para promover la argumentación. En el caso de estos autores, el modelo argumentativo se centró en la caracterización de los componentes conceptuales, la estructura argumentativa y el comportamiento discursivo en cada participante.

A partir de una investigación didáctica cuyo enfoque es cualitativo descriptivo, se buscó identificar las relaciones entre los niveles argumentativos y los modelos explicativos en torno al concepto de mutaciones, para ello Deleón (2018) en “Identificación de los niveles

argumentativos y sus relaciones con los modelos explicativos que presentan los estudiantes del grado noveno en torno al concepto mutaciones” caracterizó los niveles argumentativos y describió los modelos explicativos en torno al concepto, usando como referente cinco niveles argumentativos y los modelos explicativos Cotidiano, preformista, herencia mezcladora, herencia de caracteres adquiridos y mendeliano (Pre científico) resultando en que las relaciones entre los modelos y los niveles argumentativos facilitan la articulación lingüística y garantizan la comprensión oral y escrita, además de la adquisición de habilidades argumentativas, permitiendo concluir la importancia del uso del contexto en la modelización, la reflexión argumentativa, la epistemología de las ciencias y el aporte científico como facilitadores en la mejora de conceptos previos y en la comprensión y dominio de estos.

Describir la incidencia de los procesos argumentativos sobre la movilización de los modelos explicativos en el concepto de Genética y herencia es el objetivo de Bahos (2018) en “Incidencia de los procesos argumentativos sobre la movilización en los modelos explicativos de los estudiantes del Grado octavo de la institución educativa rural Caucasia en relación al concepto genética y herencia”. Para esto se caracterizaron los modelos argumentativos y explicativos iniciales sobre el proceso de transmisión de caracteres hereditarios, posteriormente se diseñó y aplicó una unidad didáctica con la finalidad de superar los obstáculos detectados y por último mediante un análisis textual al instrumento usado en la etapa de exploración se caracterizan los modelos y niveles finales. En esta investigación se concluye que a partir de la comparación se evidencian cambios positivos en los niveles y en los modelos explicativos existiendo una relación directamente proporcional ya que ambas se movilizaron a niveles más elevados. Además, indica la importancia de estrategias en el aula que promuevan el desarrollo de la capacidad argumentativa propiciando el uso de elementos de la estructura argumentativa, ya que se evidencio las deficiencias en cuanto a estructura argumentativa representado en algunos casos en el uso de un dato y una conclusión.

En una línea similar frente al objetivo de analizar la incidencia de la argumentación en el cambio de los modelos explicativos de herencia, Cadavid y Giraldo (2018) en “Relación entre la argumentación y los cambios de los modelos explicativos del concepto de herencia genética en estudiantes de secundaria”, diseñaron una unidad con enfoque histórico y epistemológico del concepto que promoviera espacios para la argumentación. Se identificaron niveles y modelos explicativos iniciales y finales; en cuanto a los modelos, se hallaron respuestas de los estudiantes que no se encontraban en los modelos propuesto en el referente teórico por lo que se generaron nuevos modelos como el reproductivo, postmendeliano, el mendeliano general y el mendeliano específico. Se realizó un análisis descriptivo a 31 estudiantes y comprensivo a dos estudiantes en nueve momentos, resultando en mejoría de la argumentación y cambios en los modelos explicativos y los niveles argumentativos.

En el caso de Amaya y Pulido (2017), la propuesta investigativa se centró en el “Desarrollo de la competencia argumentativa cuando se trabajan situaciones problema contextuales en el campo de las leyes de Mendel”. Este estudio buscó evaluar el desarrollo de la competencia argumentativa, a partir de situaciones problema, obteniendo resultados positivos hacia el desarrollo de esta competencia. Los autores brindan importancia en la apropiación y aplicabilidad del conocimiento científico, encuentran dificultades frente a la construcción de textos escritos coherente y con secuencia, además de comparar y revalidar las tesis.

Ruiz, Banet y López (2017), realizaron el estudio “Conocimientos de los estudiantes de secundaria sobre herencia biológica: implicaciones para su enseñanza”. Estos investigadores tienen como objetivo conocer las principales ideas de alumnos de educación secundaria en relación con la Herencia Biológica antes y después de haber recibido una enseñanza del tema, utilizando el modelo tradicional, para corroborar si se generan cambios conceptuales. Los resultados muestran que los estudiantes tienen conocimientos elementales sobre Genética, incluso antes de tener el primer contacto académico y que si no son tenidos en cuenta pueden dificultar sus aprendizajes. También ponen de manifiesto que

algunas de esas ideas no se modifican sustancialmente después de estudiar los contenidos sobre Herencia Biológica.

Un aporte más detallado frente a los modelos explicativos de herencia, que fue fuente de consulta de los Deleón (2018), Bahos, (2018), Cadavid y Giraldo (2018) y Amaya y pulido (2017) es el de González (2014) en el texto: “Enseñanza-aprendizaje del concepto de herencia en estudiantes de básica secundaria rural”. Esta investigadora diseñó una unidad didáctica con el uso de actividades metacognitivas y de lenguaje, con el fin de mejorar el proceso de enseñanza- aprendizaje del concepto de herencia en estudiantes del área rural, para lo cual se realizó la reconstrucción histórico – epistemológica para la caracterización de los modelos explicativos acerca de la herencia. Para llevar a cabo el estudio se implementó un instrumento de ideas previas y se realizó un análisis cualitativo de las respuestas de los estudiantes, utilizando el software Atlas Ti 6.0 que permitió la caracterización de las ideas previas, la identificación de los modelos explicativos de estudiantes de grado octavo y la determinación de los obstáculos de aprendizaje acerca del concepto de herencia. El análisis demostró que el modelo explicativo con mayor frecuencia en las respuestas fue el modelo explicativo cotidiano y los obstáculos más representativos son los epistemológicos.

Finalizando este apartado tres investigaciones que, aunque distan de los modelos explicativos y la argumentación, tocan interesantes aspectos relacionados a la comprensión de conceptos asociados, obstáculos de aprendizaje en la enseñanza de la genética y objetos de interés en la didáctica de la genética.

Narváez (2014), quien diseñó la propuesta: “Resolución de situaciones problema en genética, como estrategia para aumentar los niveles de comprensión en educación básica secundaria”. La investigación se realizó con dos grupos del grado noveno de básica secundaria, G1 fue el grupo experimental y G2 el grupo control o de referencia. El trabajo consistió en aumentar los niveles de comprensión y argumentación en conceptos básico de Genética como: cromosomas, gen, alelos, organismos homocigotos, heterocigotos, fenotipo

y genotipo. Las situaciones problema fueron planteadas teniendo en cuenta la evaluación de los saberes previos de los estudiantes. La investigación concluyó en la importancia de los saberes previos, de la interacción y ambiente colaborativo donde se facilite argumentar, explicar, justificar, del trabajo experimental, de la cualificación de los maestros, de las actividades de reflexión y del uso de tecnologías.

Rodríguez (1995), en el documento: “La didáctica de la genética: revisión bibliográfica”. Allí condensa un estudio bibliográfico, agrupado a partir del análisis de diversas investigaciones que dan cuenta de las dificultades en la enseñanza y el aprendizaje de la genética, de la influencia del debate curricular en la investigación en didáctica de la genética y de la relación entre conocimiento conceptual y resolución de problemas en esta disciplina.

Por su parte, Iñiguez (2005), en el texto: “La enseñanza de la genética: Una propuesta didáctica para la educación secundaria obligatoria desde una perspectiva constructivista”. Presenta una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética, a partir del diseño y aplicación de una secuencia didáctica de corte constructivista. Se utilizó una metodología cuasi-experimental para explicar las relaciones de causalidad comparando grupos de datos procedentes de situaciones provocadas por el investigador pero que difieren de un control completo. El estudio permitió analizar la evolución de las concepciones de los estudiantes a lo largo de las tres fases de la investigación (pretest, posttest y recordatorio) en los dos grupos de alumnos que recibieron las metodologías didácticas diferentes (control y experimental). De manera que fue comparado cómo han cambiado las ideas de los estudiantes en función del tratamiento didáctico al que fue sometido.

Investigaciones aún más específicas que las planteadas anteriormente y que se acercan de manera importante a las categorías propuestas en la presente investigación corresponden a la de Cardona (2008), Deleón (2018), Bahos (2018), Cadavid y Giraldo (2018), Amaya y Pulido (2017), Narváez (2014) y González (2014) quienes de una u otra forma contienen a la argumentación, los niveles explicativos y conceptos relacionados a la transmisión de

caracteres hereditarios como ejes de trabajo. Se obtiene a partir de ellos hallazgos relacionados a aspectos conceptuales, a la estructura argumentativa y aprendizaje, que dan cuenta de una relación entre la argumentación y el uso de modelos explicativos; además de elementos importantes respecto a la descripción de modelos explicativos relacionados a la herencia, a la historia y la epistemología y a obstáculos de aprendizaje de índole epistemológicos y dificultades en la construcción de textos y uso de lenguaje científico.

Rodríguez (1995) e Iñiguez (2005), interesan, ya que sus investigaciones, aunque no son recientes aportan importantes aspectos en la didáctica de la genética que permite reconocer aspectos de orden epistemológicos y epistémicos a tener en cuenta en la presente investigación.

Adicional a lo anteriormente expuesto, es importante indicar que se puede percibir en algunos de los trabajos como el de Deleón (2018), Bahos (2018) y González (2014) que orientan sus perspectivas hacia el concepto de mutaciones, genética y herencia, sin embargo al observar los modelos explicativos usados como referente, estos llegan hasta el modelo mendeliano, por lo que se manifiesta una percepción frente al no involucrar la herencia post mendeliana, ya que por ejemplo en el caso del primer autor, el uso de modelos relacionados a la teoría cromosómica y post mendeliana ofrecería un mayor rango de aplicación de los modelos, así como una posible contextualización más abundante frente a aspectos socio-científicos; de igual manera los otros autores no involucran este modelo de herencia en su perspectiva lo cual discrimina el hecho de que varios de los asuntos relacionados a la herencia postmendeliana esta presentes en la cotidianidad incluso de manera aún más representativa que la mendeliana. Las investigaciones de Cardona (2008) y Cadavid y Giraldo (2018) contemplan el modelo post mendeliano es sus investigaciones, sin embargo, sus indicadores no dan cuenta de los diversos patrones que pueden surgir en las diversas situaciones donde se ve representado este.

3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

La didáctica en ciencias ha venido adquiriendo con el transcurrir del tiempo nuevos enfoques e intereses de investigación, es así que ha “redefinido su objeto de estudio en función de los procesos de enseñanza, aprendizaje y formación de pensamiento crítico en dominios específicos del conocimiento” (Tamayo, 2014 p. 27). Lo que marca un giro importante en la comprensión de la interacción aprendizaje enseñanza que rompe con una tradición unidireccional frente a la adquisición de nuevos conocimientos en el escolar, pasando de organizaciones técnicas con la finalidad de un producto, a la expresión de la intencionalidad y comprensión de los procesos que subyacen a la formación de no solo un ser integrante de una sociedad sino participe y consciente de esta.

Frente a los nuevos lineamientos de la didáctica se desconocen los logros en los últimos treinta años especialmente en las reflexiones en torno a los procesos de enseñanza y aprendizaje (Tamayo y Ruiz, 2016). Esto resulta en que a pesar de que la didáctica ha tenido avances importantes ha sufrido una desatención que se traduce en una pérdida importante de los aportes en lo que respecta a sus objetos de estudio lo cual indudablemente repercute en los procesos que potencian el aprendizaje y la formación del sujeto.

En cuanto a la argumentación, se plantea que a pesar de la existencia de una gran variedad de estudios que han reconocido que la construcción de argumentos es clave en el aprendizaje científico, esta no se ha incorporado en las prácticas didácticas actuales (Posada, 2015). Es decir que un obstáculo gigante para cumplir las metas propuestas en torno al aprendizaje es que no se promueven procesos argumentativos en el aula, lo que repercute en un bajo desarrollo de múltiples acciones de pensamiento, de interacciones comunicativas entre individuos a través de lenguajes científicos, de la construcción de modelos que expliquen fenómenos de su entorno y muchas otras habilidades que trae consigo la argumentación.

Otro aspecto importante relacionado al aprendizaje, específicamente de las ciencias, lo constituye su naturaleza científica. Las ciencias se han construido con base a teorías y

modelos algunos visibles, pero en su mayoría, representaciones de fenómenos que no son perceptibles por el ojo humano y que son interpretados por los científicos quienes los presentan al mundo, donde una vez allí son utilizados por personas ajenas al ámbito científico para explicar situaciones de su cotidianidad.

En este orden de ideas es una labor de la escuela que dichos conocimientos sean accesibles y sobre todo de utilidad para los estudiantes, sin embargo, al igual que muchos modelos científicos contienen lenguajes propios de difícil acceso e interpretaciones que resultan de percepciones propias de los sujetos y del ambiente en que se desarrollan, por lo que se obstaculizan los procesos de aprendizaje. Arzola, et al., (2011) indican la importancia de considerar los saberes previos, su modificación, reconstrucción y expresión por lo que cobra relevancia que los esfuerzos del aula se dirijan a la construcción de modelos propios que tengan coherencia con las teorías científicas; de igual forma problematiza el poder representar un modelo que explique el pensamiento de los científicos, estudiantes y docentes y que concluyan en el aprendizaje.

Rodríguez (1995) indica como Johnston y Mahmoud localizan a la genética mendeliana y a otros conceptos en la biología en los primeros puestos de importancia y de dificultad concluyendo que “la inapropiada comprensión de la probabilidad y la ausencia de un concepto simplificado de la herencia mendeliana que actúan como inclusores eran algunos de los mayores obstáculos para el desarrollo de conceptos más elaborados” (p. 380). Así mismo Ayuso (2000) indica como el alto “nivel de abstracción” de determinadas temáticas de este campo impiden su comprensión ocasionando procesos de memorización y mecanización.

El núcleo de la genética conlleva a reconocer diversas teorías que se entrelazan para proporcionar explicaciones a fenómenos del entorno, esta interacción de algunos conceptos es precisamente lo que causa interferencia en el momento del aprendizaje; entre estos conceptos encontramos el de transmisión de caracteres hereditarios y de excepciones al contexto mendeliano, ya que requiere de comprensiones que trascienden a razonamientos

desde otras líneas de la genética diferentes a la mendeliana.

La ausencia de la argumentación y la consideración de la construcción de modelos explicativos que faciliten el acercamiento a la ciencia y que produzcan conocimiento escolar, tiene como resultado, que a pesar de múltiples esfuerzos en el aula por lograr un aprendizaje óptimo en los estudiantes, este sea de carácter memorístico con una evidente incapacidad de aplicación a realidades de su entorno que se va caracterizando en el transcurrir por ser somero, momentáneo, poco práctico y que no aporta a la formación de estudiantes críticos que puedan influir en su contexto social.

Aterrizando al contexto y desde la perspectiva como agente formador, en la Institución Educativa Rural Vanguardia existe una preocupación por la formación de sus estudiantes en las diversas dimensiones, lo cual se evidencia desde su proyecto institucional que plantea promover “valores, el juicio crítico, el pensamiento complejo y el desarrollo creativo para conseguir la excelencia personal; formando estudiantes que serán protagonistas en el siglo XXI como un agente competente y productivo, en el marco de una formación integral con alta calidad de vida”. (PEI. 2015. p. 14). Sin embargo, no existen acciones o perspectivas claras frente a la formación de pensamiento crítico o algunas de sus dimensiones, en el área de ciencias naturales que permita que los estudiantes asuman su papel como agentes sociales partícipes de su realidad socio-ambiental.

El proyecto institucional también plantea el pensamiento complejo y la formación de agentes competitivos y productivos para lo cual es imprescindible la adquisición del conocimiento y desde allí el aprendizaje de los diversos conceptos que permitan una interacción desde la lógica con los fenómenos que le rodean. No obstante, en el aula asociando a un caso específico, se ha observado en los estudiantes de secundaria del ciclo de noveno grado, dificultades en temáticas asociadas al núcleo de la genética mendeliana, pero aún más en la explicación de fenómenos asociados a las excepciones de la genética mendeliana, traducidos en la dificultad de dar sustento a explicaciones que evidencien la comprensión del cómo y por qué se expresan dichas excepciones, llegando en la mayoría de

veces, a suposiciones someras, producto de sus saberes previos, lo que finalmente ha culminado en ideas propias estáticas del concepto, en el desinterés y abandono del evento de aprendizaje del concepto o en un aprendizaje superficial.

Lo anterior bien podría verse reflejado en los resultados de las pruebas externas, que, aunque no dependen en su totalidad del aprendizaje, en alguna manera pueden mostrar dificultades en la comprensión de conceptos, resolución de problemas y localización de problemáticas de índole social, ambiental y cultural relacionados a estas temáticas.

Por lo tanto desde la necesidad de formación del sujeto en sus diversas dimensiones, de las características y bondades del pensamiento crítico en especial de una de sus dimensiones como lo es la argumentación, de la importancia de la construcción de modelos explicativos y de la dificultad del aprendizaje de conceptos asociados a la herencia y en especial de las excepciones de las leyes mendelianas, surge la pregunta de investigación **¿Cómo inciden los procesos argumentativos en el cambio de los modelos explicativos del concepto transmisión de caracteres hereditarios dentro del contexto de las excepciones de Mendel en estudiantes de básica secundaria?**

4 JUSTIFICACIÓN

El aprendizaje de los diversos conceptos, específicamente su relación con el entorno, la forma que estos toman en los estudiantes para la explicación de fenómenos y la solución a problemáticas cercanas, además de la insistencia en la promoción de habilidades que permitan a los estudiantes la toma de decisiones coherentes con su realidad científica, social, ambiental y contextual, han sido de las frecuentes preocupaciones en el aula. Esto, junto a la problemática expuesta en el apartado anterior da relevancia al desarrollo de trabajos que aporten a la solución y al desarrollo de los aspectos allí involucrados.

La promoción de procesos argumentativos en el aula y el necesario uso de otras habilidades cognitivas y lingüísticas que son empleadas en la formación de los argumentos influirán en la forma que toman las ideas y modelos de los estudiantes frente al concepto y su relación con situaciones de su entorno. Por lo que es de esperar alcances en lo cognitivo respecto a la progresión en la comprensión del concepto, en su relación con otras áreas del conocimiento y en el empleo de este en la explicación de eventos y fenómenos de su entorno y desde lo lingüístico un adelanto en los procesos allí involucrados que favorezcan la organización y expresión de sus ideas.

El empleo de estos, requiere de procesos reflexivos sobre conocimiento científicos, de ideas propias, de sus compañeros y de otras personas que rodean su proceso de aprendizaje, lo que conlleva a la evaluación, modificación y empleo de acciones que repercuten en su tipo de aprendizaje y en la formación de representaciones críticas y más sólidas, por lo que su empleo en el proyecto favorece en los estudiantes los procesos de reflexión consciente sobre sus ideas, las de otros y sobre sus procesos cognitivos.

Así mismo, la argumentación conlleva a eventos sociales de interacción y de participación, por lo cual resulta en el fortalecimiento de procesos comunicativos y afectivos que aportan a la relación de los estudiantes con sus pares y miembros de su comunidad; en nuestros estudiantes la elaboración de argumentos, la interacción y la intención de convencer a otros, hará posible su participación en procesos de construcción no solo de saberes, sino

también social, es decir contar con habilidades que le hagan un miembro de su comunidad propositivo, participe y crítico de las decisiones que allí se suscitan, relacionando no solo sus conocimientos si no también aspectos emocionales, culturales entre otros que le rodean. Fortalecer su capacidad argumentativa a largo plazo le hará un ser crítico de su realidad social, permitiendo que sea selectivo de la información y eventos que le acontecen siendo capaz de realizar juicios argumentados y de tomar decisiones.

Todo esto vislumbra varias de las bondades que sobresalen del uso de los procesos argumentativos y que emergen a corto, mediano y largo plazo en nuestros estudiantes y que justifican la intención de intervenir el aula desde esta perspectiva. Sin embargo, también es necesario considerar otros aportes que el trabajo brinda frente al concepto, a la didáctica y a la institución, que si bien fueron nombrados anteriormente es prudente clarificar.

En lo referente al concepto mecanismos de transmisión de caracteres hereditarios en el contexto de las excepciones de Mendel; la intervención asociada al uso de procesos argumentativos en el aula, permite la comprensión de este, no solo desde sus características, también de las relaciones con otros fenómenos y otras áreas. La elaboración de los argumentos requiere del uso de conceptos asociados, de establecer relaciones entre ellos y otros fenómenos de la genética y a su vez de relaciones con sus concepciones, que se entretengan y dan explicación y comprensión a situaciones reconocidas en su contexto, por lo que el aprendizaje de dicho concepto trasciende al cambio de sus modelos explicativos acercando estos a los conocimientos científicos.

Por su parte un aporte a la didáctica y específicamente al de la genética se vislumbra en describir aspectos acerca de la incidencia de la argumentación en los modelos explicativos del concepto, a lo cual algunos autores como Deleón (2018), Bahos (2018), Cadavid y Giraldo (2018) Amaya Pulido (2017) y Gonzáles (2014), realizan aportes frente a la argumentación y su relación con los modelos explicativos de herencia Mendeliana y el aprendizaje, sin embargo, la presente investigación rescata aspectos referentes a la incidencia de procesos argumentativos en los modelos explicativos frente a aspectos

relacionados a las excepciones de las leyes de Mendel, aportando datos referentes a la argumentación, al aprendizaje y a los modelos explicativos de herencia postmendeliano y los patrones que este incluye; cabe resaltar que en la revisión de la literatura solo se hallaron como referentes algunos resultados mostrados por Cardona (2009), Cadavid y Giraldo (2018) desde su trabajo enfatizado en las leyes de Mendel y por Ayuso (2000) donde incluyen a estos contenidos como de gran complejidad y con un nivel de abstracción que dificulta el aprendizaje de los estudiantes, por lo que se profundiza en un concepto el cual no ha sido desarrollado y que cuenta con un nivel de complejidad importante dentro de este campo.

En el contexto institucional y dentro de los diversos aportes de la argumentación ya mencionados anteriormente, llaman la atención dos de ellos, el de las habilidades que jalona y el de sus cualidades para la formación de pensamiento crítico; esto, ya que, a partir de la promoción de procesos argumentativos en el aula se apoyan algunas de las metas propuestas en el PEI lo que a largo plazo y con extensión al que hacer docente influirá en la formación de estudiantes competentes, críticos y participes de la realidad de su entorno. No obstante, el aporte más relevante a corto plazo hace parte de la visión de la argumentación en las ciencias naturales y en acciones de implementación en el aula que permitirá la cualificación de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En este orden de ideas los procesos argumentativos y la construcción de modelos explicativos del concepto aportan elementos claves a la solución de las problemáticas planteadas, por lo que la promoción de estos en la investigación trae además del fortalecimiento de las cualidades inherentes a estas, la cualificación de los procesos de enseñanza aprendizaje, aportes a la didáctica y la constitución de metas que a largo plazo permitirán la participación de nuestros estudiantes en la realidad socio ambiental.

5 OBJETIVOS

5.1 GENERAL

Comprender la incidencia de los procesos argumentativos en el cambio de los modelos explicativos del concepto transmisión de caracteres hereditarios dentro del contexto de las excepciones de las leyes mendelianas en estudiantes de básica secundaria.

5.2 ESPECÍFICOS

Identificar los niveles argumentativos y modelos explicativos iniciales de los estudiantes frente al concepto mecanismos de transmisión de los caracteres hereditarios.

Reconocer el cambio de los niveles argumentativos y modelos explicativos en los estudiantes frente al concepto transmisión de los caracteres hereditarios luego de la aplicación de una propuesta didáctica orientada al fortalecimiento de los procesos argumentativos.

6 MARCO TEÓRICO

Entre los aspectos que más inquieta a los docentes dentro de los procesos que se llevan a cabo en el aula es el del aprendizaje y la enseñanza, por lo que son diversos los esfuerzos que se suscitan en pro de lograr la cualificación de estos; dicha situación ubica a la didáctica en un rol protagónico, donde pierde su visión instrumentalista en la que fue encajada durante varios años y asume una nueva perspectiva acorde a los cambios que sobrevienen con las nuevas concepciones de ciencia, por lo que amplía su campo de acción renovando sus fines y redirigiendo sus esfuerzos como lo indica Tamayo (2014) a los procesos de enseñanza, aprendizaje y formación del pensamiento crítico. Abriendo espacio a nuevas investigaciones, marcos teóricos y metodológicos que bien valen la pena considerar en el que hacer escolar.

Esta nueva mirada de la didáctica repercute en importantes desafíos en el aula, convirtiéndose esta en un escenario para la puesta en marcha de acciones que fortalezcan los procesos inherentes a los objetos de estudio, lo que hace indispensable indagar en sus características planteadas desde productos de acciones de sus comunidades investigadoras y que en definitiva amplían el panorama respecto a la cualificación de los aprendizajes.

En este orden de ideas se hace necesario profundizar en sus objetos de estudio y con propósitos particulares en la investigación puntos referentes a los procesos argumentativos y a los modelos explicativos del concepto transmisión de los caracteres hereditarios; esto plantea inicialmente realizar un rastreo de los aspectos generales de uno de los componentes del pensamiento crítico como lo es la argumentación, posteriormente describir los aspectos generales de los modelos explicativos y la historia del concepto y finalmente vincular los modelos explicativos relacionados a la herencia usados en algunas investigaciones.

6.1 LA ARGUMENTACIÓN

La argumentación es percibida desde diversas perspectivas, algunas de ellas la plantean como un “proceso discursivo que implica tareas de orden epistémico” (Henao y Palacio,

2013, p. 41). como una “habilidad cognitivo lingüística compleja de importancia central para la alfabetización científica” (Revel, et al. 2005, p. 1). y también como un “proceso dialógico y una herramienta fundamental para la co-construcción de comprensiones más significativas de los conceptos abordados en el aula” (Ruiz, Tamayo y Márquez. 2015, p. 629). que permite “involucrar a los y las estudiantes en estrategias heurísticas para aprender a razonar, al tiempo que sus argumentos, como externalización del razonamiento, permiten la evaluación y el mejoramiento permanente de los mismos” (Henao, 2010, p. 101). En consonancia con lo anterior, la argumentación es un proceso que trae consigo habilidades de índole cognitivo, lingüístico y social que facilitan la expresión y evaluación de razonamientos que permitirán la comprensión de conceptos y la construcción de conocimiento.

6.1.1 Perspectivas de Argumentación

En los modelos de argumentación se observan la perspectiva lógica o estructural y la retórica o discursiva (Cardona, 2008) donde cada una de ellas aporta cualidades y formas de concebir un argumento; en dichas perspectivas se inscriben diversos autores que definen y plantean características funcionales y estructurales frente a la argumentación que le han brindado caracteres propios y que vislumbran su importancia en la construcción del conocimiento científico y en el aprendizaje. Entre estos encontramos a Perelman y Olbrechts-Tyteca, Van Dijk, Adam y Toulmin cuyas iniciativas serán descritas brevemente, profundizando en el último, ya que su interés en el funcionamiento de los procesos por los que se justifica una tesis y otros aspectos que serán discutidos encajan en los objetivos de la presente investigación.

En el modelo de argumentación en Perelman, el objetivo es provocar o aumentar la adhesión de las personas a las tesis presentadas por medio de técnicas discursivas; él asume que el paradigma de la racionalidad no es exclusivo de las afirmaciones de los positivistas y que los discursos políticos, jurídicos éticos y estéticos podían tener un carácter racional, por lo que propone una nueva retorica (diferente de la antigua y clásica) con la virtud de justificar diversas clases de tesis y cuyo objeto de estudio sería el discurso no

demostrativo y el análisis de razonamientos que no se limitan a inferencias formalmente válidas, en este contexto la argumentación es relativa al auditorio, abierta, temporal, no es apabullante y su fin no es demostrar sino transferir a la conclusión la adhesión (la cual se intenta producir a partir de una relación interpersonal) concedida a las premisas, por lo que se transmite la adhesión y se retrotransmite el desacuerdo (Cardona, 2008). En Perelman se evidencia la argumentación desde la interacción, como una forma de convencimiento a otros usando el discurso, en este modelo se amplía la percepción de racionalidad haciéndola útil a otros campos por lo que la argumentación empieza a depender de otras variables no formales, donde la demostración no es un fin último.

El modelo de Van Dijk, 1978 es un aporte conceptual a la argumentación desde el campo de la lingüística, donde la finalidad del texto argumentativo es convencer, prestando importancia a la conclusión y a la justificación, la cual es construida del contexto que da sentido a las circunstancias que son aportadas para justificar; él además propone rasgos estructurales del texto, que se conocen como macroestructura, microestructura y superestructura (Sarda y Sanmartí, 2000). El esquema básico de la estructura de este modelo, no se ocupa de la relación entre la hipótesis y la conclusión, sino que observa su probabilidad y la credibilidad (Cardona, 2008). Por su parte el modelo de Adam, en una línea similar desde la lingüística, ubica en el texto una función persuasiva, él propone un prototipo de texto argumentativo donde en una secuencia argumentativa una conclusión es premisa de la siguiente (Cardona, 2008).

Toulmin considera que las formas de inferencia desde la lógica son forzadas y no coinciden con la realidad, su interés es el funcionamiento de los procesos por los que se justifica una tesis, sin considerar el dominio en la que se encuentre inmersa, él plantea la existencia de diversas formas de argumentar pero con aspectos comunes como lo son los componentes estructurales, las funciones y relaciones de los componentes, la intensidad de los argumentos, las circunstancias de apoyo a las pretensiones y los elementos como el tipo lógico (concepto y modos en que es lógicamente aceptable el concepto ejemplificado a través de proposiciones relativas a hechos pasados, presentes, futuros, juicios morales,

otros juicios, axiomas y opiniones de tipo práctico y estético) el dominio de la argumentación (dado por la coherencia entre las tesis y las razones), la dependencia del campo y la independencia del tópico o rasgos generales, la intensidad de las proposiciones (fuerza con la que se puede considerar la verdad) y los criterios (Cardona, 2008).

Toulmin al igual que Perelman adiciona en la argumentación un uso en distintos campos que van más allá de las ciencias experimentales, su aporte radica en reconocer en la argumentación un ámbito flexible con una estructura común cuya relación interna entre sus componentes, el campo y contexto en el que se desempeña, formalizan, cualifican y determinan la intensidad de un argumento.

6.1.2 Los Procesos Argumentativos

La argumentación en los procesos de aprendizaje y enseñanza puede ser abordada desde una visión que la plantea como habilidad, competencia y/o proceso, de igual forma cada una de estas, toma un perfil de acuerdo a la perspectiva o modelo argumentativo del cual subyace; en este orden de ideas y para propósitos de la investigación en los próximos párrafos se describirá la argumentación como proceso argumentativo tomando la perspectiva del modelo de Toulmin.

Un proceso argumentativo bien podría ser, un conjunto de fases secuenciales con objetivos de índole comunicativo y significativo, donde se presentan proposiciones y explicaciones a la luz de criterios de validez, fuerza y de tipo concluyente (Pacheco, 2014). Otra perspectiva podría verse desde “una interacción que tiene lugar cuando se ponen en consideración varias interpretaciones de un fenómeno determinado y es necesario llegar a un consenso mediante la expresión oral o escrita de los argumentos entre las partes involucradas” (Betancourth y Ortiz, 2011, p. 16). Es entonces que este, como proceso requiere de unas etapas donde una proposición adquiere significación, y como argumentación requiere de la interacción comunicativa y de la presentación de argumentos válidos y concluyentes que permitan un consenso.

Aunque Toulmin (2003) no conceptualiza el proceso argumentativo, plantea elementos comunes en los argumentos, pero además de esto reconoce similitudes de procedimiento en la formulación de estos, que son independientes de la relevancia y naturaleza de las pruebas o de su peso, para él, el orden natural en que se presenta la justificación de una conclusión, se inicia con un problema que viene anclado a soluciones u opiniones de las cuales se pretende mostrar que son justas, en esta etapa inicial todas pueden ser admitidas como soluciones a dicho problema, por lo que estas, deben hacer uso de términos o calificadores modales (plantean la fuerza de la solución u opinión) y pensarse como posibilidades ya que tienen el derecho a ser consideradas; posteriormente es necesario realizar la búsqueda y elección de una solución cuyos datos disponibles la señalan como inequívoca descartando otras posibilidades iniciales.

Es entonces, que en relación con lo anteriormente expuesto y desde el concepto de argumentación, se podrían considerar a los procesos argumentativos o procesos en la argumentación como las interacciones que se producen en la construcción de estructuras argumentativas complejas que permiten la exteriorización y formalización de razonamientos a partir del desarrollo de habilidades cognitivas, lingüísticas y sociales que permitirán la comprensión de conceptos científicos.

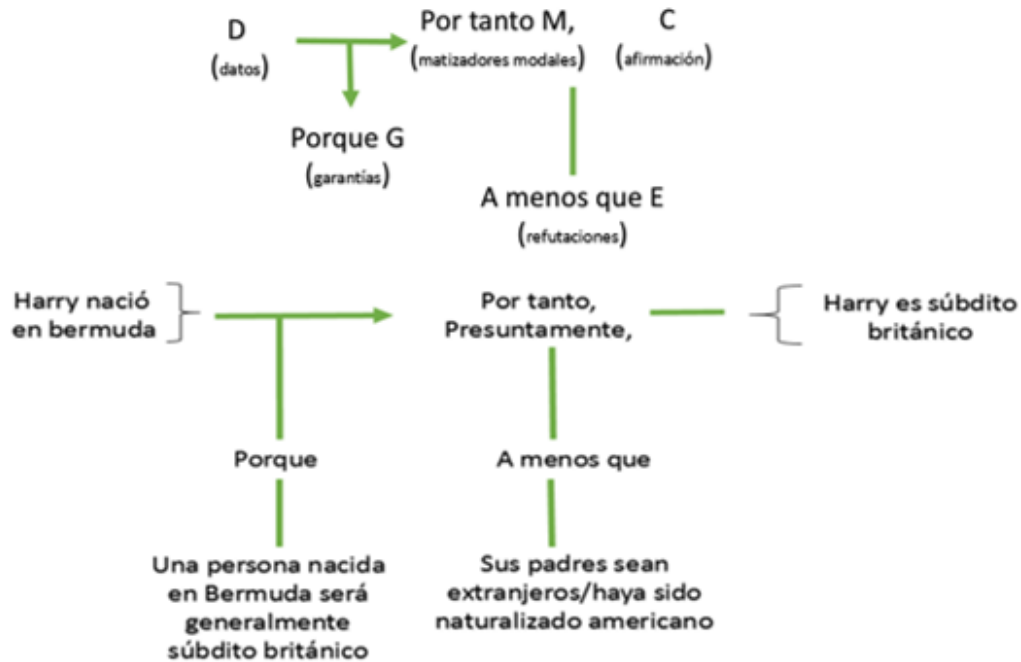
6.1.3 Construcción de Estructuras Argumentativas

En lo referente a la estructura argumentativa inicialmente es necesario considerar la conceptualización de argumento; para Toulmin los argumentos son “los aspectos básicos (fundamentos o razones en los que se apoya, datos, hechos, pruebas, consideraciones, componentes) de los que depende el valor de la afirmación” (Toulmin, 2007, p. 30). él además propone el uso de argumentos sustantivos “es decir, aquellos que deben ser examinados atendiendo a su contenido, lo cual marca una profunda diferencia con la tradición aristotélica, que se interesa únicamente por la forma o estructura de un argumento” (Pinochet. 2015. p 311). Es decir que el argumento tiene como finalidad validar o invalidar una proposición, caracterizándose por la atención a las circunstancias y contexto en el que se desarrolla.

Además de la conceptualización de un argumento y de la consideración de la interacción dialógica y discursiva en los procesos argumentativos, es importante prestar atención a la construcción de estructuras argumentativas; como se había mencionado anteriormente Toulmin reconoce una similitud en cuanto a los procesos por los que se genera un argumento y específicamente en la interacción de sus componentes. En su modelo argumentativo son aspectos esenciales el lenguaje (términos relacionados con conceptos y leyes), las técnicas de representación (formalismos matemáticos, diagramas, simulaciones entre otras) y las situaciones empíricas de aplicación (situaciones que permiten explicar los conceptos) Henao y Stipcich 2008 en Restrepo, Guzmán y Romero (2013).

También reconoce una estructura en el proceso en la formulación de argumentos (Ver figura 1), en la que inicialmente ocurre el planteamiento de una conclusión (claim), la cual deberá ser puesta en consideración para certificar su validez, por lo que se recurre en un primer momento a los datos o pruebas (grounds) que respalden dicho planteamiento, luego deberá existir una justificación o garantía (warrant) que sea vínculo entre los datos y la conclusión, aquí bien podría hacerse necesario considerar un respaldo (Backing) que puede abarcar teorías, modelos y experiencias que permitan afianzar la garantía; en la construcción del argumento existen dos aspectos a considerar el primero corresponde al uso de términos que intervienen en la fuerza con la que se consideran los datos, las garantías y los respaldos, cuyo rol es aportar fortaleza o debilidad en términos de certeza o incertidumbre a cada uno de ellos y el segundo al planteamiento de refutaciones (rebuttals) o circunstancias que ponen entre dicho el argumento hasta ahora planteado.

Figura 1. Elementos Propuestos por Toulmin 1969, que intervienen en el proceso de la construcción de un argumento.



Fuente: Toulmin, S. (2003). Los usos de la argumentación. (p. 138). Traducción. Barcelona, España: Ediciones península.

6.1.4 Marco Analítico de los Argumentos

En los procesos argumentativos es importante la producción de argumentos de calidad que no solo se ajusten a una estructura, sino que también cuenten con características que apoyen la certeza de estos y se ajusten a su contexto. Para el análisis de los argumentos Sampson y Clark, 2008 indican que en la educación en ciencias se proponen dos tipos de marcos analíticos, los generales que se orientan al análisis de la estructura y la aceptabilidad de las razones en el argumento (modelo de Toulmin, Adam y Dijk) y los marcos específicos propuestos por investigadores de la educación en ciencias para casos experimentales, por lo cual se centran en el análisis de la justificación de los argumentos, otros en los niveles epistémicos de las proposiciones, evaluación de modelos hipotéticos deductivos o la

caracterización de aspectos conceptuales (modelos de Zohar y Nemet, 2002, Kelly y Takao, 2002, Lawson, 2003 y Sandoval, 2003; Sandoval y Millwood, 2008 respectivamente) (En Barros, 2013).

Un modelo para el análisis e interpretación que permite identificar o acercarse a la calidad de los argumentos corresponde al de Erduran et al., (2004), quienes aportan en el desarrollo y uso del modelo de Toulmin como una herramienta para verificar la calidad de la argumentación, proponiendo la generación y aplicación del modelo como un indicador cuantitativo y cualitativo de la enseñanza y el aprendizaje que se produce en las aulas, su esquema de codificación se guía por una diferenciación entre tesis, justificaciones y refutaciones en primera instancia y una diferenciación de niveles más precisos de códigos para las justificaciones (garantías y respaldos).

En su modelo Erduran et al (2004), proponen un marco analítico usado para indicar la calidad de la argumentación, que consiste en la agrupación en cinco niveles de los argumentos caracterizando la presencia o ausencia de elementos concernientes a la estructura argumentativa propuesta por Toulmin (Ver tabla 1), esto se convierte en una herramienta importante si se evalúa la estructura producida en el proceso argumentativo se trata, permite verificar las interacciones de los elementos de la estructura y la complejidad del argumento planteado.

Tabla 1. Niveles Argumentativos Propuestos por Erduran, Simón y Osborne. 2004.

NIVEL	DESCRIPCIÓN
Nivel 1	Argumentos que son una simple afirmación versus una contra afirmación o una afirmación versus afirmación
Nivel 2	Argumentos que consisten en una afirmación versus una afirmación con datos, garantías o respaldos, pero no contienen ninguna refutación
Nivel 3	Argumentos con una serie de afirmaciones o contra afirmaciones con datos, garantías o respaldos con alguna refutación débil ocasional
Nivel 4	Argumentos con una afirmación, con una refutación claramente identificable. Tal argumento puede tener varias afirmaciones y contra afirmaciones
Nivel 5	Argumento extendido con más de una refutación.

Fuente: Erduran, S., Simon, S. y Osborne, J. (2004). Tapping into argumentation: developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. (p. 928) *Science Education*, 88 (6), 915-933

6.1.5 Argumentación en las Aulas de Ciencias

Hacer ciencias en un proceso de constante formulación de concesos desde diversas disciplinas entorno a un fenómeno común y que buscan la validación y representación de los conocimientos que se producen en torno a dicho fenómeno. Este proceso involucra necesariamente “proponer, defender, negociar y compartir significados, representaciones y explicaciones; procesos inseparables de las tensiones de orden político, ético, económico, es decir, de las demandas socioculturales implicadas en la elaboración, justificación y reconocimiento del “valor” y la “validez” de los conocimientos” (Henao y Palacio, 2013, p. 31).

En pocas palabras en el hacer de la ciencia están inmersos los procesos argumentativos porque es a través de estos que los conocimientos científicos adquieren validez en su comunidad científica, ya que hace parte de su devenir “construir representaciones más adecuadas y procedimientos explicativos que den cuenta de los aspectos importantes del

mundo de la naturaleza, sin olvidar discernir sobre las condiciones y variables por medio de las cuales una representación puede ser pertinente como explicación” (Toulmin en Restrepo et al., 2013, p. 136).

Entonces es claro que los procesos de enseñanza y aprendizaje en las ciencias no se encuentre dirigida exclusivamente al manejo de los conceptos puntuales, sino también al fomento de actitudes críticas que permita a los estudiantes aprender a juzgar dichos conceptos (Toulmin, 1979 en Henao y Stipcich, 2008). Entonces el objetivo primordial no solo está en construir representaciones del funcionamiento del mundo y de los eventos que allí se suscitan, también es considerable el objeto de formar individuos con la habilidad de poner a prueba dichas representaciones y sus explicaciones dándoles la viabilidad que les corresponde y en esto la argumentación tiene un importante papel.

.
Aunque el planteamiento de validar las explicaciones que se producen en aula por si solo es muy significativo, es prudente adicionar al proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias un punto extra, que consiste en la formación de estudiantes que no solo sean habilidosos en la validación de diversas explicaciones, sino que además formulen opiniones que las relacionen en diversos contextos; Henao y Palacio (2013) indican que las clases de ciencias se conviertan en un espacio en el que los estudiantes argumenten y expresen sus puntos de vista usando modelos explicativos de las diversas disciplinas, por lo que es necesario enseñar y aprender a razonar y argumentar en contextos dialógicos grupales e interpersonales así como en la elaboración de elementos escritos que evidencien el uso de contextos científicos en el sustento de aseveraciones de conocimiento y de valor.

Lo anterior presenta a la argumentación como un eje pertinente de utilización en el aula para la construcción de conocimientos, pero también de expresión y exteriorización de ideas. Driver y Newton, 1997 indican que incluir a la argumentación en la enseñanza de las ciencias plantea objetivos de:

Aprender a estructurar los caminos de razonamiento o sea, el discurso argumentativo,

reconociendo sus características, ya que en el marco de la ciencia escolar es muy importante la discusión de los criterios para evaluar las teorías científicas; Enseñar a leer ciencias, discutir teorías, explicitar los criterios de las decisiones racionales y por qué unas teorías ofrecen una mejor interpretación que las otras, esto gracias a que la argumentación permite un acercamiento al proceso de construcción de la ciencia; Formar estudiantes críticos capaces de optar entre los diversos argumentos presentados, de tal forma que tomen decisiones como ciudadanos. (Sarda y Sanmartí, 2000, p. 407)

Dicha inclusión asume identificar en la argumentación científica (erudita y escolar) cuatro componentes:

1, la componente teórica: en la argumentación se requiere de la existencia de un modelo teórico (en el sentido de Giere, 1988) que sirva como referencia al proceso explicativo; 2, la componente lógica: el texto argumentativo posee una estructura sintáctica muy rica y compleja, capaz de ser ‘formalizada’ en diversos tipos de razonamientos: deductivos, abductivos, causales, funcionales, transductivos...; 3, la componente retórica: al argumentar siempre existe la voluntad de persuadir al interlocutor, de cambiar el estatus que un conocimiento tiene para él; 4, la componente pragmática: la argumentación se produce en un contexto, al cual se adecua y mediante el cual toma su completo sentido. (Revel, et al. 2005, p. 2)

En definitiva se podría considerar que la práctica argumentativa en el aula de ciencias es indispensable, ya que trasciende entre las dimensiones cognitiva, comunicativa, socio-política y ética de cada individuo, por consiguiente favorece la construcción de representaciones del mundo y de los fenómenos que allí acontecen, los procesos dialógicos, la interacción entre individuos y la formulación de opiniones que permiten su participación en la toma de decisiones que afecta su contexto y por último permite evaluar y discernir sobre aspectos éticos y morales que se presentan en su entorno.

6.2 MODELOS EXPLICATIVOS

En la enseñanza de las ciencias es una preocupación importante la manera en que los estudiantes dan cuenta de sus conocimientos tanto desde sus propias concepciones hasta los acercamientos que procuran dar cuenta de fenómenos desde contextos más científicos, es así que toma importancia la implicancia de los modelos que utilizan para ello.

Un modelo se podría identificar desde Vasco (2014) como “un sistema utilizado por un agente para representar otro subproceso u otro sistema” (p. 47). No es por sí mismo una explicación de la realidad física, por lo que el término representar se asume como un medio para conocer y comprender y no como una sinonimia de describir o explicar un fenómeno, la cual generalmente es aproximada e inexacta pero más simple que aquello de donde se origina.

Esto podría indicar la capacidad del sujeto de generar sistemas alternos que representan a la realidad, que son organizados por sí mismo y son susceptibles por el medio interno y externo por el que se generan.

Esto implicaría serias dificultades entre la realidad, lo que percibe a través de sus sentidos, lo que representa y lo que exterioriza, es así que cobra importancia indagar frente a esas representaciones ya que de acuerdo a Concari (2001) afectan fuertemente el aprendizaje y la enseñanza desde la dificultad de transformarse, desde el uso de diversos modelos para diferentes propósitos y desde las apreciaciones de las explicaciones de los docentes que son generadas a partir de estos modelos.

Ahora bien, cuando se habla de modelos que son usados por los estudiantes para la representación de un proceso es necesario nombrar entre varios a los modelos conceptuales, los modelos mentales y como parte de estos últimos, a los modelos explicativos.

En cuanto a los modelos conceptuales son considerados como representaciones externas cuya formulación es elaborada por investigadores, ingenieros, especialistas y pueden materializarse como formulaciones, analogías o artefactos materiales (Greca y Moreira, 1998). Estos modelos conceptuales son aceptados por gran parte de la comunidad científica,

sin embargo, su acceso es limitado especialmente desde el lenguaje que suele ser propio de la disciplina a la que subyace.

Por otra parte, los modelos mentales son reconocidos en Tamayo (2013) como análogos estructurales donde se reflejan las creencias de un sistema y se perciben a estos como dinámicos, incompletos, inespecíficos y cuya evolución se produce en la interacción con el contexto.

Estos modelos conceptuales y mentales plantean por si mismos una interacción si de representar un sistema se trata por lo que su inferencia en los procesos de aprendizaje es bien reconocida. Esto ha hecho que se consoliden intereses en torno a lograr aprendizajes profundos, determinar la validez de modelos expresados, favorecer la comprensión de modelos históricos y la identificación de obstáculos en el aprendizaje lo que finalmente se traduce en una estrategia para la cualificación de la enseñanza (Tamayo 2013).

Un componente de los modelos mentales lo constituyen los modelos explicativos; los cuales son descritos por Orrego, López y Tamayo (2013) como un tipo de representación, que aporta nuevos aspectos teóricos o imágenes provenientes de visiones propias del sujeto, permitiendo la comprensión, la explicación y la predicción del comportamiento de sistemas físicos y sociales que interactúan con el sujeto.

Es así que a la luz de estos autores se percibe a los modelos explicativos en la presente investigación como representaciones de los sujetos frente a un concepto producto de su contexto socio cultural con adaptaciones de contextos teóricos que tienen como fin la explicación de un fenómeno y/o la interacción con otros. En cuanto a los modelos explicativos en torno al concepto transmisión de caracteres hereditarios en el contexto de las excepciones de las leyes de Mendel en la investigación, se vislumbran en los modelos explicativos que dan cuenta de la transferencia de los caracteres fenotípicos y genotípicos de una generación a otra, en situaciones en las que la segregación y la expresión trasciende a lo establecido por las leyes mendelianas.

6.2.1 Los Modelos Explicativos en el Aula de Ciencias

Las nuevas visiones acerca de la ciencia ya no la ubican como estática, sino por el contrario como fluctuante y modificable al igual que la manera en como es expresada, mostrada e interiorizada. Es así que la ciencia ya no es sinónimo netamente de conocimiento sino que se convierte en una manera para darle sentido a lo que nos rodea, por lo que asume un carácter explicativo, reflejado en sus grandes intentos de explicar en términos de leyes, principios y teorías, requiriendo por un lado la construcción de modelos (este último es asumido como la estructura y la teoría como la descripción de esta) y por el otro, el uso de explicaciones que den cuenta de un fenómeno en cuanto a cómo se comporta, de que se compone, por qué se comporta como lo hace, cómo lo hace en otras situaciones, es decir requiere del uso de explicaciones descriptivas, interpretativas, causales y predictivas, siendo las más usadas en las aulas las de tipo descriptivo (Concari, 2001).

Aterrizando al aula de ciencias y luego de describir el carácter explicativo que subyace en la naturaleza de la ciencia, donde es manifiesto la necesidad del uso de modelos científicos que puedan explicar determinados fenómenos; es importante considerar la presencia de otro tipo de modelos en los estudiantes y los docentes que permean de manera directa la forma de comprender el mundo. Concari, (2001) indica que el aprendizaje está influenciado por modelos mentales quienes permiten explicar y establecer relaciones entre los sistemas representados y lo fenómenos a los que se enfrenta. Su uso se establece como una forma de cualificación de la enseñanza que se potencia aún más en la identificación de obstáculos que pueden generarse desde ámbitos ontológicos, cognitivo lingüísticos y motivacionales, lo que permite encontrar dos perspectivas de interés en el uso de modelos mentales, el unidimensional si se preocupa por la construcción de un modelo en un concepto determinado y multidimensional fijada desde la construcción del modelo (Tamayo, 2013). Desde una perspectiva unidimensional encontraríamos a los modelos explicativos de un determinado concepto, lo que se traduciría en el aula en construcción de un modelo desde el punto de vista conceptual que enriquece a modelos preexistentes de los individuos.

En un dominio específico como lo es la biología el uso de modelos también está fundado

desde su naturaleza. Esto a partir de considerar que esta área está circunscrita bajo representaciones de ideas, teorías y leyes al igual que otras áreas dentro de las ciencias, sin embargo cuenta con una peculiaridad en el momento en que los estudiantes emprenden su aprendizaje y es la visión particular que este tiene de un fenómeno; por lo que dichos modelos requieren para su elaboración y expresión, la consideración de ideas previas y del uso de analogías que pueden ser claves al querer comprender el uso de algunos razonamientos en determinadas situaciones, lo que resultará en la construcción de modelos con función explicativa donde se encontrarán organizadas estructuras implícitas de conceptos; es entonces que en aula de biología es necesario propiciar espacios para la construcción de modelos con coherencia científica, ya que su uso privilegia las técnicas de representación y lenguajes que son esenciales en la explicación científica y que producen transformaciones progresivas a partir de la nueva información que provoca innovaciones conceptuales que enriquecen a dichos modelos (Arzola et al., 2011).

6.2.2 Recorrido Histórico del Concepto Transmisión de Caracteres Hereditarios

El concepto transmisión de caracteres hereditarios tienen su origen mucho antes del momento cumbre del desarrollo de la genética, por lo cual en el presente apartado se recurrirá a las diversas perspectivas en su desarrollo, claro está desde el contexto de la transmisión de los caracteres hereditarios enfatizando en las perspectivas de la genética postmendeliana de acuerdo a los objetivos de la investigación.

Para realizar un recorrido histórico del concepto transmisión de caracteres hereditarios es innegable como en otros conceptos, el aporte de grandes estudiosos como Hipócrates (460-377 a.C.) y Aristóteles (384-322 a.C.), el primero fue uno de los pioneros en realizar aseveraciones acerca del concepto, las cuales serían precursoras de la pangénesis formulada por Darwin cuyos detalles se describirían más adelante, este científico de la época sugirió “que cada uno de nosotros recibe una suerte de “semillas” con las características más representativas de los progenitores” (Martínez, S. 2015, p. 83). Estas semillas estaban repartidas y eran liberadas por todo el cuerpo y viajaban a través de un fluido que producía el hombre.

“Este concepto condujo a los antiguos griegos a proponer la herencia de las características adquiridas, según la cual los rasgos adquiridos durante la vida se incorporan a la información genética de la herencia y se transmiten a la descendencia” (Pierce, 2010, p. 8) está bien podría sugerir que al desarrollar determinadas características físicas o de otro aspecto durante la vida, el individuo produciría cambios casi inmediatos en la información genética que heredara a sus hijos.

Por su parte Aristóteles propone algunas ideas que presentaron una vigencia considerable acorde con el periodo de quietud del desarrollo de la genética. Él critico notoriamente las ideas de Hipócrates, de la pangénesis y los caracteres adquiridos, indicando que lo individuos a veces se parecen a sus antepasados en lugar de sus padres; noto que peculiaridades de la uñas, el pelo y la forma de andar reaparecían en la descendencia, que algunos caracteres que no están presentes pueden heredarse, que las mutilaciones no se heredan como lo proponen la caracteres adquiridos y como conclusión general aceptando parcialmente este último planteamiento, establece que lo que se hereda no son los caracteres sino la potencialidad de producirlos; él además realizo un acercamiento a la explicación de los híbridos considerando que los cruces se realizaban cuando existían tamaños, periodos de gestación similares y lugares compartidos (Sturtevant, 1965). Para Aristóteles en el momento de la concepción se producía una mezcla de fluidos que formarían a los individuos.

Mucho más tarde hacia el siglo XVII con el empleo de lentes que permitían realizar observaciones de organismos microscópicos y células surge una nueva interpretación a la transmisión de los caracteres hereditarios que perdurar por casi dos siglos.

En esta época Anton Van Leeuwenhoek describió protozoos, bacteria, glóbulos rojos y menciona a animálculos en el esperma, en la misma década Reinier Graaf describe el folículo ovárico proponiendo que los nuevos individuos se preformaban dentro de la madre y que el padre aportaba la “chispa vital” para que se diera inicio al desarrollo del embrión (Maggi, 2012).

Se consolida la idea del llamado preformacionismo, la cual plantea que dentro del ovulo y el espermatozoide existe un adulto en miniatura, llamado homúnculo; habría dos tendencias que ubicarían a este ser, una de ellas en el ovulo (Ovulistas) y la otra en el espermatozoide (espermitas); las ideas principales de esos planteamientos sugieren que todos los rasgos serian heredados de un solo progenitor (Pierce, 2010, p. 8).

La idea del preformacionismo fue debatida por el epigénismo que defendía la formación gradual del embrión, Maupertis en el siglo XVIII ataco estas ideas a partir de resultados de la hibridación y de la transmisión de anomalías en la especie humana provenientes de cualquiera de los padres; él se basó en el “sistema de semilla, partículas que se combinan para formar un embrión en el que cada sexo habría puesto alguna parte”, posteriormente Wolf Gaspar (1733-1794) descarto al preformismo a partir de observaciones en el desarrollo de un pollo estableciendo que los órganos no estaban preformados, sino que estos se formaban gradualmente dando valor a la epigénesis (Cardona, 2008).

Durante este siglo la problemática respecto a la herencia se ubica en dos líneas la primera, referente a la determinación por el sexo y la segunda a los intentos de explicar las semejanzas entre padres, hijos y antepasados; las soluciones planteadas a estas problemáticas tienen sus bases en las teorías de los periodos presocráticos, hipocráticos y aristotélicos (Cardona, 2008).

Hacia 1856 Darwin presenta su propuesta de la pangénesis para explicar la herencia esta fue una renovación de las ideas planteadas por Hipócrates y otros griegos (Leucipo y Demócrito). Él plantea que el organismo produce pequeñas “gémulas” que son guardadas en los órganos reproductores y durante la fecundación se produce la mezcla de gémulas de los padres, algunas podrían permanecer latentes y al activarse manifestarse con caracteres ancestrales (Maggi, 2012). En esta teoría la información hereditaria es llevada o transferida a las células sexuales ya sea el ovulo o el espermatozoide.

Hacia 1862 a partir de numerosos trabajos en hibridación surge la teoría de la herencia

combinada. La cual proponía que la descendencia era una mezcla de rasgos de ambos padres, esta indicaba que había una mezcla de material genético y que una vez esto ocurriera no se separaban esas diferencias genéticas en futuras generaciones (Pierce, 2010, p. 8). esta idea simplifica y generaliza la transmisión de los caracteres hereditarios, de manera que dicha mezcla generaría una nueva combinación o nueva característica, por lo que los caracteres de los padres se perderían y no podrían saltar a una generación siguiente.

Para mediados de siglo, las técnicas de hibridación eran pensadas como técnicas de selección, de acuerdo a perspectivas evolutivas planteadas en el momento por Darwin, por lo que los interrogantes hasta el momento, fueron llevados a la variabilidad individual, el carácter continuo y discontinuo lo que dio lugar a cuestionamientos acerca de la presencia y ausencia de características de una generación a otra (Velásquez, 2008).

A finales del siglo XIX Weismann (1834-1914) realizó experimentos con ratones donde de manera experimental sepulta la teoría de los caracteres adquiridos, él propone la teoría del germoplasma como material hereditario indicando la existencia en los individuos de un plasma germinal (se transmite de generación en generación) y otro somático (constituye el cuerpo de los organismos), donde la herencia se transmitía únicamente a través de las células germinales (Maggi, 2012).

Hacia el año 1900 ocurre un importante hallazgo que brinda bases para la genética; son los estudios de Gregor Mendel quien hacia el año 1866 produjo un artículo fruto de numerosas investigaciones relacionadas a la hibridación en plantas. Los experimentos de Mendel no son reconocidos sino hasta que Hugo de Vries, Erich von Tschermak y Karl Correns, botánicos de la época realizan investigaciones con resultados similares; Mendel indaga 34 variedades de guisantes, cruzando variedades puras para cada uno de los rasgos y luego de 60 cruces sus resultados en las primeras etapas donde consideraba una sola característica indicaban que luego de los cruzamientos la características expresadas corresponderían a la hallada en los parentales; posteriormente cultivo las plantas permitiendo su autofecundación observando en esta generación que los rasgos de los parentales ocurrían en

una proporción de 3:1; en una segunda etapa de su trabajo decidió considerar plantas que variaban en dos características obteniendo proporciones de 9:3:3:1 (Pierce, 2010).

Sus conclusiones no incluyen varios de los términos que hoy día son usados y no enunciaron las leyes de la herencia, sin embargo, estas bases fueron interpretadas para una posterior formulación de estas.

Estas investigaciones parecen suponer leyes naturales en la biología al indicar la aparición de determinados híbridos regularmente y su importancia radica en la formulación cuantitativa de las expresiones de los individuos cuando presentan más de un carácter, en la explicación de la recombinación y separación de factores en las células sexuales, en el empleo de conceptos como la dominancia y la recesividad (visible y latente) y en que validó la independencia de los caracteres durante la transmisión y el aporte de caracteres de los dos sexos por igual (Jiménez y Fernández, 2008)

En términos más actuales sus conclusiones explican que en la primera etapa de su trabajo, cada planta debía poseer dos factores genéticos (hoy día alelos) codificantes para una característica y que los alelos de las plantas se separarían por igual en el momento de formarse los gametos, yendo cada uno a un gameto diferente, los cuales al unirse generarían el genotipo de su descendencia cuyos rasgos dominantes serían visibles en la F_1 y los que no quedarían latentes; esta conclusión daría como resultado el principio de la segregación la cual enuncia que cada organismo diploide posee dos alelos para una característica determinada y que estos se segregan en la formación de los gametos distribuyéndose equitativamente en cada uno de ellos; La segunda etapa de los experimentos dio bases para proponer un segundo principio denominado segregación independiente, la cual establece que los alelos que se encuentren en loci diferentes son independientes durante su separación (Pierce, 2010).

A finales de siglo XIX surge la perspectiva postmendeliana, a partir de rigurosidades de orden matemático, avances en el uso de instrumentos como el microscopio y en la teoría

celular que junto a otros progresos del siglo XX permitieron corroborar los trabajos de Mendel y además reconocer aspectos nuevos de la estructura de los genes (Pinzón y Sarmiento, 2014).

En esos finales de siglo e inicios del próximo, se desarrollaron diversos estudios que además de corroborar las anotaciones de Mendel daban nuevos indicios de la naturaleza de la herencia. Por esta época Walter Flemming logra deducir el movimiento de los cromosomas en la mitosis y Edouard Van Beneden constata que los gametos contendrían la mitad del número de cromosomas que las células somáticas (Maggi, 2012).

En 1902, Hugo de Vries encontró que la herencia era ordenada y predecible, sin embargo en ocasiones aparecían variantes que no estaban presentes en los progenitores ni en ningún antecesor de la planta que estudiaba, el conjeturo que estas variantes surgía como resultados de cambios súbitos en los genes y que se transmitían luego a la progenie, a esto lo denominó mutaciones; Bateson y Punnett en 1906 en plantas *Artirrhinum*, observaron en los cruces la presentaron flores rosadas a partir de flores rojas y blancas, es decir un fenotipo intermedio resultado de la menor producción de pigmento rojo en los ejemplares heterocigotos dando inicio a investigaciones referentes a la dominancia incompleta; de igual forma por esta misma época se observó que los alelos pueden actuar en codominancia, donde los individuos heterocigóticos expresan ambos alelos de manera simultánea, un ejemplo muy conocido corresponde a los grupos sanguíneos AB. (Curtis, Barnes, Schnek, y Massarini. 2008).

Otro punto discurre en organismos diploides, los cuales poseen dos alelos de un gen, sin embargo es frecuente que para ciertos genes haya más de dos variantes (alelos múltiples) que son resultado de mutaciones en un solo gen y que pueden tener relaciones de dominancia; en este inicio de siglo se identifica además un patrón de herencia conocido como poligénia, en el que se observa interacción no solo entre uno o varios genes sino la acción acumulativa de la combinación de muchos genes, lo que puede observarse en el tamaño, el peso, la forma, el color la tasa metabólica y el comportamiento que se caracterizan porque no muestran diferencias evidentes entre grupos de individuos, sino que

por el contrario muestran una gradación en pequeñas diferencias (Curtis et al., 2008) un ejemplo lo constituyen el hallazgo de más de 400 genes ligados a la variación de la altura, tres genes para variaciones normales del color de piel y 23 para el color del cabello. Por la misma época Walter Sutton valida que los cromosomas se hallan en pares de morfología similar (homólogos) en las células somáticas y que en la sexuales solo existe una copia de cada progenitor; esto junto a interrogantes acerca de la naturaleza de los cromosomas dan origen a una serie de investigaciones que trabajarían sobre una nueva perspectiva denominada teoría cromosómica de la herencia (Maggi, 2012).

Para Maggi (2012) esta teoría no fue aceptada por muchos biólogos de la época hasta tiempo después, cuando los estudios pasaron de ser observaciones y correlaciones a pruebas más puntuales, como es el caso de las investigaciones hacia 1930 de Morgan, Sturtevant, Muller y Bridge en moscas *Drosophila melanogaster* al establecer la posición de los genes en los cromosomas, quienes eran responsables de los caracteres; este gran número de evidencias citológicas del flujo de los gametos durante la meiosis y el hallazgo de cromosomas sexuales hizo evidente la relación cromosoma y carácter concreto (sexo), lo que finalmente estableció a teoría cromosómica.

En este punto, Morgan además estaba deduciendo aspectos predominantes en la teoría de herencia ligada al sexo, donde estableció nuevos rumbos cuyo fin ya no era verificar las leyes de segregación, sino estudiar las variaciones encontradas y ver la relación de las características y los cromosomas sexuales. De estos trabajos se deducía que existen rasgos que pasan de generación en generación condicionados por el sexo, diferentes de las que lo determinan (Pinzón y Sarmiento, 2014).

Sturtevant, colaborador también de Morgan dio origen a la perspectiva de ligamiento de genes, esto a partir del estudio del porcentaje de recombinación a partir de la distancia entre los loci de diferentes genes estableciendo su ubicación lineal y una relación inversa entre la distancia y el porcentaje de recombinación, donde a una distancia mayor a 50 unidades se distribuirán independientemente y menores a esta tendrá bajas probabilidades

de que no se separen en el entrecruzamiento (Curtis et al., 2008).

En esta etapa se evidenció que las interacciones entre alelos no siempre eran dominante y recesiva y que la expresión del fenotipo no solo depende de sus alelos, sino de otros genes y del medio ambiente, por lo que afloraron situaciones que, aunque se acogían en las leyes de Mendel no encontraban respuestas en esta. Lo que coincide con intereses inclinados a una problemática que se hace aún más evidente a finales del siglo XX como lo son las enfermedades genéticas las cuales eran de las principales causas de muerte (Maggi, 2012). Y que promovió condiciones de índole económico y político que privilegiaron el desarrollo de esta rama; un ejemplo de ello, fueron los múltiples los apoyos financieros con el fin de investigar por ejemplo las mutaciones causadas en las víctimas de las radiaciones de Hiroshima y Nagasaki (Guevara, 2007 en Pinzón y Sarmiento, 2014).

Se muestra una nueva perspectiva frente a la explicación de la transmisión de los caracteres hacia 1952, proveniente del desarrollo de la genética molecular. Durante esta época la representación de la estructura de la molécula de ADN por parte de Watson, Wilkins y Franklin permitirá considerar el gen como una secuencia de nucleótidos (Cardona, 2008).

Es en esta etapa de la genética o edad del ADN, se realizan numerosas investigaciones que abrirá campos de estudios referentes a la duplicación del ADN, la síntesis de ARN y de las proteínas, el código genético, experimentos de clonación, la expresión molecular de los genes; posterior a esto discurre la era genómica de la genética donde ocurren hallazgos importantes en la biología molecular, secuenciación de genes de algunas células procariotas y eucariotas y el proyecto genoma humano entre muchos otros que siguen proporcionando explicaciones frente a la transmisión de caracteres.

6.2.3 Modelos Explicativos Relacionados a la Transmisión de Caracteres

Hereditarios

En cuanto a Investigaciones en el campo de la educación que han hecho explícito el uso de modelos explicativos relacionados a la transmisión de caracteres hereditarios y que sirven como referente a los modelos propuestos en la presente investigación, encontramos los

correspondientes a Cardona (2008) quien, no los cataloga como explicativos pero si hace énfasis en que son modelos reconocidos por comunidades académicas y científicas en el desarrollo de la genética; González (2014), el cual presenta modelos explicativos elaborados a partir de la reconstrucción histórica y epistemológica del concepto de herencia; Amaya y pulido (2017) propone modelos explicativos relacionados en las leyes de Mendel; Deleón (2018), Bahos (2018) y Cadavid y Giraldo (2018) hacen uso de los modelos y adaptaciones de los modelos explicativos elaborados por González (2014); el primero entorno al concepto de mutaciones, el segundo asociados a las leyes de Mendel y el tercero hace adaptaciones a los modelos planteados por González 2014 de acuerdo al enfoque histórico y epistemológico de la investigación identificando al finalizar su trabajo explicaciones de los estudiantes desde el modelo mendeliano. Esta última propuesta incluye el modelo postmendeliano y reconoce un modelo mendeliano específico que permite considerar un espectro más amplio para la elaboración de explicaciones de fenómenos del entorno. A continuación, la descripción comparativa de los modelos explicativos propuestos por los autores arriba mencionados. (Ver tabla, 2)

Tabla 2. Modelos explicativos relacionados a la transmisión de caracteres hereditarios.

Modelos que explican de la herencia					
Autor	Modelos que explican de la herencia				
Cardona (2008) Fundamento conceptual de los modelos de Herencia	Preformismo y epigénismo	Mezcla fusión de caracteres:	Atavismo o reversión de tipo	Herencia particulada	Herencia mendeliana, y postmendeliana
	El primero da predominancia a uno de los sexos, (el preformismo animalista al sexo masculino y el ovista al sexo femenino), el segundo reconoce el papel de sexo masculino y del femenino.	Postula la existencia de rasgos intermedios a partir de principios masculinos y femeninos que se mezclan.	Presencia de características atávicas (de abuelos), en los hijos que no parecen haber pertenecido a algún antepasado	Las características de los progenitores no se mezclan ni se fusionan en la descendencia, cada carácter se transmite por separado de los demás y los descendientes heredan caracteres de ambos progenitores, aunque no se manifiesten en algunas generaciones.	Se añade el modelo molecular de la herencia proveniente de la dilucidación de la microestructura de los genes: la secuencia de los nucleótidos.
González (2014) Usado por Deleón (2018)	Cotidiano	Preformista	Herencia mezcladora	Herencia de caracteres adquiridos	Mendeliano (Pre científico)
	Son las creencias populares acerca de la herencia. Un ejemplo de ello es que los caracteres se heredan por medio de la sangre, o que en la sangre se lleva toda la información hereditaria.	Los nuevos individuos se preformaban dentro del cuerpo materno y que el padre solo proveía la “chispa vital” necesaria para comenzar el desarrollo del embrión, unas dentro de otras. Todas las generaciones de se encontraban preformadas	La unión de los gametos provoca la mezcla de las gémulas de los dos progenitores. Cuando se combinan los óvulos y los espermatozoides, se produce una mezcla de material hereditario que resulta en una combinación semejante a la mezcla de dos tintas de diferentes colores. Tanto los machos como las hembras contribuían en la descendencia.	Los rasgos que cada individuo adquiere durante su vida pueden ser transmitidos a sus descendientes. Las adaptaciones de los seres vivos al medio ambiente, se fijan y se propagan a las generaciones sucesivas, es decir, que estos caracteres son heredables.	Cada característica está determinada por dos copias del gen cada uno proveniente de un progenitor. Los alelos pueden ser dominantes o recesivos y cada gameto posee una copia de alguno de los dos alelos. Los alelos se segregan en los gametos. Existe la misma probabilidad de heredar los alelos del padre o la madre
Amaya y Pulido (2017)	Popular	Herencia Mezcladora		Caracteres adquiridos	Mendeliano
	Se basa en los conocimientos y apreciaciones adquiridos de experiencias y observaciones del entorno, pero no cuenta con respaldo científico. Ejemplo de esto es que los caracteres se heredan a través de la sangre, o que los hijos son más parecidos al padre porque tiene genes más fuertes	De acuerdo con este concepto, cuando se combinan los óvulos y los espermatozoides, se produce una mezcla de material hereditario que da por resultado una combinación semejante a la mezcla de dos tintas de diferentes colores. Según esta hipótesis, se podría predecir que la progenie de un animal negro y de uno blanco sería gris y que, a su vez, su progenie también lo sería, pues el material hereditario blanco y negro, una vez mezclado, nunca podría separarse de nuevo.		Con dependencia de las exigencias del ambiente y debido a su uso o su desuso, los órganos en los seres vivos se hacen más fuertes o más débiles, más o menos importantes, y estos cambios adquiridos durante la vida de los individuos se transmiten de los padres a la progenie. Como ejemplo de esta teoría se tiene el cambio del cuello de las jirafas.	Las características heredadas se llevan en unidades aisladas que se reparten por separado – se redistribuyen– en cada generación. Estas unidades aisladas, que Mendel llamó elemento, son las que hoy conocemos como genes.

Bahos (2018) Adaptado de González (2014)	Cotidiano	Preformista	Herencia mezcladora	Caracteres adquiridos	Mendeliano
	Son las creencias populares acerca de la herencia. Un ejemplo de ello es que los caracteres se heredan por medio de la sangre. Este modelo propone que el embrión provenía de un organismo que ya estaba preformado (homúnculo).	Este modelo propone que el embrión provenía de un organismo que ya estaba preformado (homúnculo).	Cuando se combinan los óvulos y los espermatozoides, se produce una mezcla de material hereditario que resulta en una combinación	Los rasgos que cada individuo adquiere durante su vida pueden ser transmitidos a sus descendientes.	Cada característica está determinada por dos copias del gen cada uno proveniente de un progenitor. Los alelos pueden ser dominantes o recesivos y cada gameto posee una copia de alguno de los dos alelos
Cadavid y Giraldo (2018) Adaptado de González (2014)	Cotidiano	Son las creencias populares acerca de la herencia. Un ejemplo de ello es que los caracteres se heredan por medio de la sangre, o que en la sangre se lleva toda la información hereditaria. Se cree que el papa pasa más información por ser de carácter dominante.			
	Preformista	unas dentro de otras. Todas las generaciones se encontraban preformadas			
	Herencia mezcladora	Darwin (1856) La unión de los gametos provoca la mezcla de las gémulas de los dos progenitores. Cuando se combinan los óvulos y los espermatozoides, se produce una mezcla de material hereditario que resulta en una combinación semejante a la mezcla de dos tintas de diferentes colores. Tanto los machos como las hembras contribuían en la descendencia.			
	Herencia de caracteres adquiridos	Lamarck (1809) Los rasgos que cada individuo adquiere durante su vida pueden ser transmitidos a sus descendientes. Las adaptaciones de los seres vivos al medio ambiente, se fijan y se propagan a las generaciones sucesivas, es decir, que estos caracteres son heredables.			
	Mendeliano General	Se considera la herencia desde una visión molecular, donde participan ADN y genes, sin considerar conceptos como dominante y recesivo.			
	Mendeliano específico	Mendel (1860) Cada característica está determinada por dos copias del gen cada uno proveniente de un progenitor. -Los alelos pueden ser dominantes o recesivos y cada gameto posee una copia de alguno de los dos alelos. Los alelos se segregan en los gametos. Existe la misma probabilidad de heredar los alelos del padre o la madre.			
	Reproductivo	Thomas Hunt Morgan (1911) Una visión de transmisión de caracteres más enfocada al proceso de división celular, más ligada a la reproducción y fecundación que a la transmisión de caracteres hereditarios. Los cromosomas son estructuras presentes solo en el proceso de división.			
	Post mendeliano	Modelos de herencia ligada al sexo, dominancia incompleta, codominancia alelos múltiples y pleiotropía.			

Fuente: Elaboración propia.

7 METODOLOGÍA

7.1 TIPO DE ESTUDIO

La investigación busco conocer la incidencia de los procesos argumentativos en los modelos explicativos de estudiantes de básica secundaria, a partir de una estrategia didáctica que promoviera dichos procesos, por lo que este posee interés de análisis de casos individuales que proporcionen perspectivas respecto al objeto de estudio, indicando el aporte de los procesos argumentativos en el cambio de los modelos explicativos del concepto transmisión de caracteres hereditarios en el contexto de las excepciones de las leyes de Mendel, esto a partir del uso de cuestionarios, discusiones, posturas personales entre otras, cuyos datos implican componentes de orden cualitativo y cuyos participantes analizados corresponden a un pequeño grupo.

Es así que este se identificó con una postura de carácter cualitativo, el cual posee características de orden inductivo y holístico, que recoge perspectivas de uno o varios sujetos, así como de su interacción, utilizando técnicas de recolección como observaciones, entrevistas, experiencias entre otras con instrumentos no preestablecidos y con poblaciones pequeñas debido a que no se pretenden estandarizar los resultados sino analizarlos cualitativamente (Hernández et al., 2014). Al mismo tiempo, al pretender que la investigación permita comprender la relación que puede presentarse entre los procesos argumentativos y los modelos explicativos del concepto, la investigación tuvo un alcance de orden comprensivo, ya que los estudios cualitativos desarrollan procesos descriptivos e interpretativos de acciones, lenguajes u otros buscando la comprensión e interpretación de la realidad humana y social (Rodríguez, 2011). De igual forma tienen como meta describir, comprender e interpretar los fenómenos, a través de las percepciones y significados producidos por las experiencias de los participantes (Hernández et al., 2014).

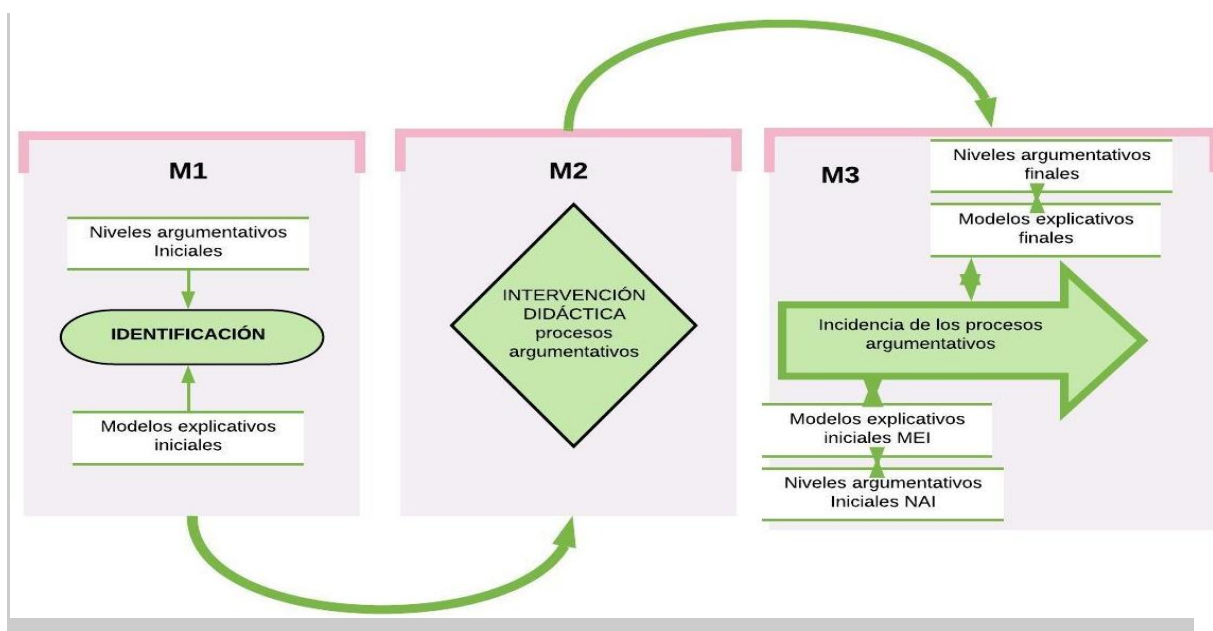
Además se vinculó un grupo de individuos que cuentan con características definidas, los cuales se analizan de manera individual frente a categorías específicas del proyecto de investigación, por lo cual se relaciona la perspectiva de estudio de caso, en la cual de acuerdo a Hernández y Mendoza (2008) se exploran uno o múltiples casos definidos

mediante la recopilación minuciosa y profunda de datos a partir de diversas fuentes de información logrando las descripciones y sus categorías vinculadas, es decir que estos son tratados de manera holística con objetivos en el análisis individual y paralelo al colectivo buscando patrones con interés en el plano individual.

7.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En el marco general, la investigación se desarrolló en tres momentos (Ver figura 2), que se corresponden con la indagación de modelos explicativos y niveles argumentativos iniciales, la aplicación de una estrategia didáctica orientada al fortalecimiento de los procesos argumentativos y el análisis de la incidencia de los procesos argumentativos en los modelos explicativos del concepto transmisión de caracteres hereditarios en el contexto de las excepciones de las leyes de Mendel a partir de la indagación de los modelos explicativos y niveles argumentativos finales.

Figura 2. Diseño general de la investigación



Fuente: Elaboración propia.

7.2.1 Momento Uno (Identificación)

En esta etapa (Ver figura 3) se aplicó un instrumento de indagación (Ver anexo 1), el cual consistió en un cuestionario compuesto de ocho preguntas de tipo abierto con aspectos

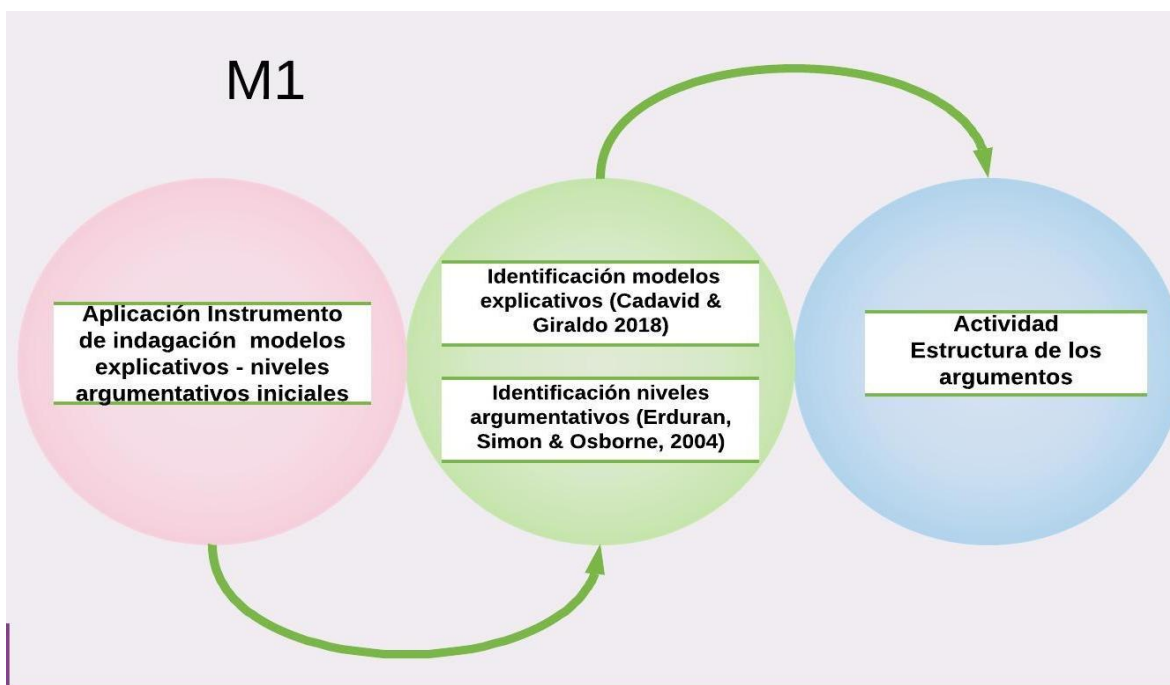
relacionados al concepto y que obtuvo información acerca de los modelos explicativos iniciales, de los obstáculos de aprendizaje y de los modelos argumentativos iniciales. Esta información fue base para la planeación de la estrategia didáctica.

Los niveles argumentativos se identificaron con base a la estructura de los argumentos del modelo planteado por Toulmin, 1969, descrito en el capítulo dos (Ver Figura 1) y su calidad a partir de la escala propuesta por Erduran, Simon y Osborne, 2004 (Ver tabla 5) con una modificación para el presente proyecto. En cuanto a los modelos explicativos se tuvieron en cuenta los planteados por Cadavid y Giraldo (2018) con modificaciones en esta investigación (Ver tabla 2).

En esta etapa luego de la aplicación del instrumento, se realizó una actividad donde a partir de un ejemplo práctico (ver Anexo 2) se socializó el concepto de argumento y la estructura de acuerdo al modelo planteado por Toulmin; Frente a esto Jiménez (2010) indica dos perspectivas en lo que se refiere a enseñar la argumentación formalmente o mediante la práctica, describiendo a autores como Erduran et al 2004 en la primera perspectiva y a Reiser, 2010; Sandoval y Millwood, 2008, quienes comparan la enseñanza explícita o no de la argumentación y concluyen que lo decisivo es como el docente impulsa las ideas de los estudiantes, finalmente plantea una utilidad en la enseñanza formal de la argumentación y una necesidad de la práctica para el desarrollo de la argumentación.

Otros autores como Cadavid y Giraldo (2018), Bahos (2018) recomiendan fundamentar a los estudiantes en la estructura y modelos teóricos de la argumentación; Sarda y Sanmartí (2000) incluyen una actividad que explicita la estructura argumentativa y Sánchez et al., (2013) indica como la argumentación debe ser explícita en la clase de ciencias. La presente investigación incluye una actividad inicial que más allá de situarse en una perspectiva orienta aspectos relacionados con la argumentación, los cuales son abordados durante el transcurso de esta de manera implícita pero intencionada a través de actividades planteadas en la unidad didáctica teniendo en cuenta su intención de promover procesos argumentativos.

Figura 3. Esquema general correspondiente al momento uno del proyecto de investigación.



Fuente: Elaboración propia.

7.2.2 Momento Dos (Estrategia Didáctica)

En esta etapa (Ver figura 4) se realizó la intervención didáctica, para lo cual inicialmente a partir de la información del momento uno (modelos explicativos y niveles argumentativos iniciales) se formuló la estructura de una unidad didáctica como estrategia que promoviera los procesos argumentativos. Esta es definida como “un proceso flexible de planificación de la enseñanza de los contenidos relacionados con un campo del saber específico... para construir procesos de aprendizaje en una comunidad determinada” (Tamayo et al. 2011. p. 107).

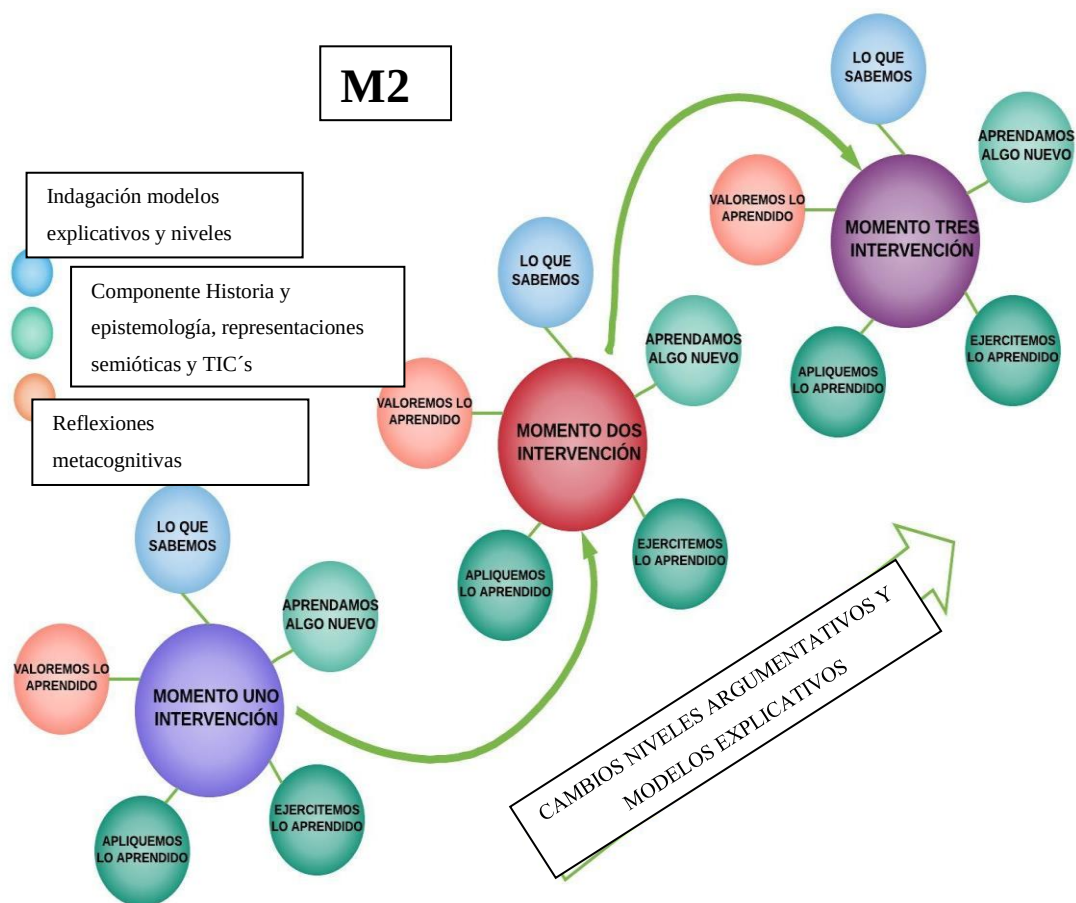
La estructura de la unidad didáctica se basó en el modelo propuesto por Álvarez (2013), la cual, según el autor permite identificar los pre-saberes y cómo evolucionan, así como la reconstrucción histórica y epistemológica de un concepto y la construcción por parte de los estudiantes de su propio conocimiento. Dichas características apoyan los objetivos de la investigación ya que considera los pre-saberes y su transformación, así como otros aspectos

que han tomado fuerza en la didáctica como activadores del aprendizaje; estos aspectos corresponden a la historia y la epistemología, los modos semióticos, la metacognición, las TIC y la evolución conceptual tomados desde la propuesta de Tamayo (2011).

Para el caso de la presente investigación se tomaron en cuenta los componentes y los momentos planteados en el modelo, promoviendo en cada uno de ellos los procesos argumentativos, aspecto central en el trabajo de investigación; además de esto, se realizó una adaptación al modelo de Álvarez (2013), en la cual se hizo uso de una secuencia interna del modelo de post primaria planteada por Soto et al., (2010), la cual indica cinco momentos, el primero de ellos “lo que sabemos” corresponde a la exploración de ideas previas, en el segundo “aprendamos algo nuevo” se desarrollan conceptos y procesos que se van a aprender, en el tercero “ejercitemos lo aprendido” se consolida la estructura cognitiva aplicando y transfiriendo el nuevo conocimiento a otras situaciones, en el cuarto “apliquemos lo aprendido” se relaciona lo aprendido con el contexto de los estudiantes y con otras disciplinas, por ultimo “la evaluación” en el cual se contemplan la autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación.

En las dos propuestas se encuentran puntos en común como un modelo de corte constructivista donde se contemplan las ideas previas, la construcción del conocimiento por parte del estudiante, sin embargo distan en el tipo de aprendizaje ya que la una busca un aprendizaje significativo y la otra la evolución conceptual propio del aprendizaje en profundidad; sin embargo no es propósito de la investigación concretar un tipo de aprendizaje, pero si conocer la incidencia de los procesos argumentativos en el cambio de los modelos explicativos de los estudiantes, por lo que el modelo de Álvarez, 2013 con la visión multimodal y cambio conceptual y la estructura de Soto et al, 2010 que se acerca al contexto institucional de escuela rural, se ajustan a los propósitos de la investigación, primando en la presente propuesta promover los procesos argumentativos desde la perspectiva de Toulmin en las actividades propuestas.

Figura 4. Esquema general correspondiente al momento dos del proyecto de investigación.

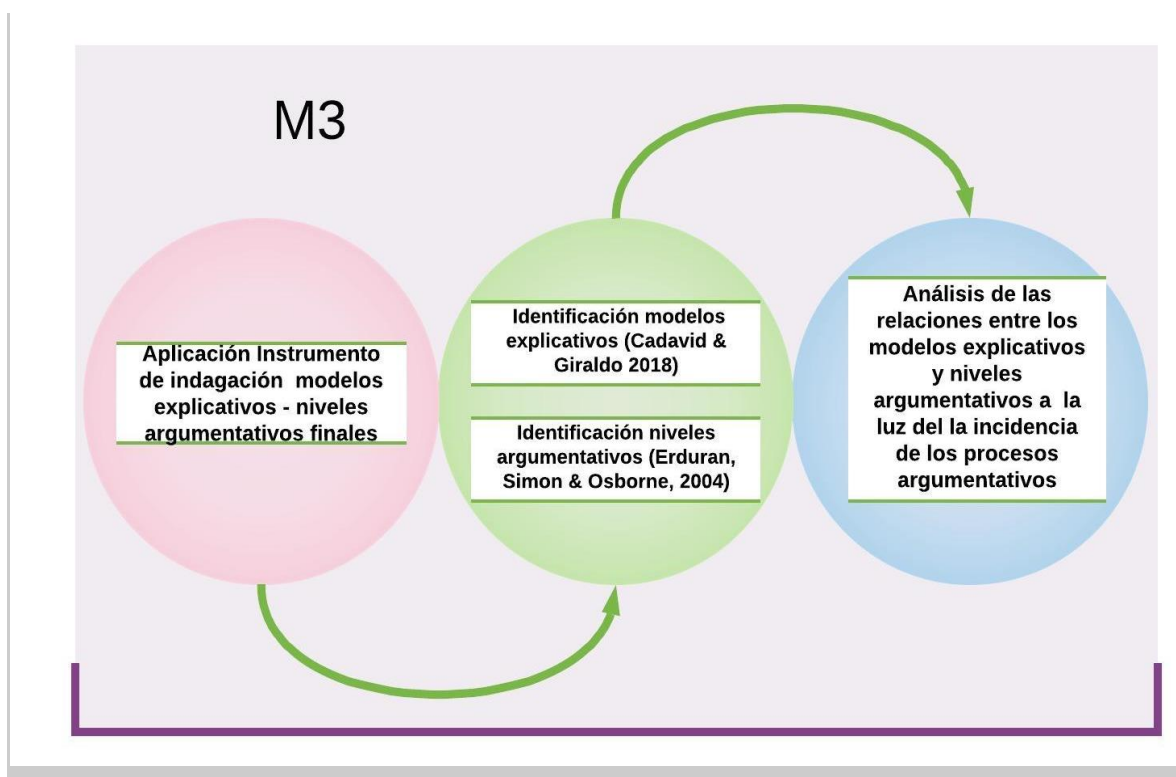


Fuente: Elaboración propia. Unidad didáctica adaptada a partir de estructura de la unidad didáctica de Álvarez (2013), p. 132. y Soto et al (2010). Manual de implementación post primaria rural. p. 56.

7.2.3 Momento Tres (Análisis de la Incidencia de los Procesos Argumentativos)

En esta etapa (Ver figura 5) se aplicó el instrumento inicial de indagación de modelos explicativos y niveles argumentativos, al cual se dio el mismo tratamiento realizado en el momento uno, esto con el fin de identificar los cambios en los niveles argumentativos y de los modelos explicativos. Para esto, inicialmente se recogió la información suministrada en el instrumento de indagación de cada uno de los estudiantes participantes, luego se identificaron los niveles argumentativos de acuerdo a Erduran et al (2004) (ver tabla 5), así como los modelos explicativos finales y por último, teniendo en cuenta el propósito de la unidad didáctica, se analizaron las relaciones entre los niveles argumentativos y los modelos explicativos, buscando comprender la incidencia de los procesos argumentativos en el cambio de los modelos explicativos del concepto.

Figura 5. Esquema general correspondiente al momento tres del proyecto de investigación.



Fuente: Elaboración propia.

7.3 UNIDAD DE TRABAJO

La institución educativa rural Vanguardia, es un colegio de carácter oficial con dieciséis sedes de carácter rural, que se encuentra ubicada en el departamento del Meta, su población estudiantil y aledaña corresponde a los estratos 1, 2, 3 y rural sin estratificar, gran parte de ella proviene de veredas cercanas, donde priman labores agropecuarias, de producción de derivados de la leche y agroturismo y otra parte proviene del sector urbano de la ciudad de Villavicencio. Se corresponde a una población flotante ya que en su mayoría no son propietarios de predios, sino hacen parte de un grupo de encargados, obreros y pequeños productores campesinos, por lo cual la escuela se constituye en un epicentro de cultura (PEI, 2015).

La investigación se desarrolló en la sede principal de la Institución Educativa Rural Vanguardia, ubicada en la vereda vanguardia del municipio de Villavicencio, allí se realizó la intervención a 21 estudiantes del grado noveno, cuyos rangos de edad oscilan entre los 13 y 15 años.

Por el carácter cualitativo de la investigación, para el análisis de los datos se tuvieron en cuenta características referentes a la asistencia a cada una de las sesiones, el desarrollo de la totalidad de actividades, la naturaleza del fenómeno, la temporalidad y el interés presentado hacia las actividades, proponiéndose para el análisis particular a 3 estudiantes de acuerdo a la capacidad operativa y categorías de análisis; frente a esto, Hernández et al., (2014) indican la necesidad de formular estrategias de selección que permitan lograr los objetivos de la investigación y la importancia de contar con criterios de rigor, estratégicos, éticos, pragmáticos y factores como la capacidad operativa de recolección y análisis, un número de casos que permita responder las preguntas de investigación y la naturaleza del fenómeno en cuanto a la accesibilidad y temporalidad, proponiendo para los estudios de caso de 6 a 10 casos y de tres a cinco si el estudio es en profundidad.

7.4 UNIDAD DE ANÁLISIS

La investigación pretendió analizar la Incidencia de los procesos argumentativos en los

modelos explicativos del concepto transmisión de caracteres hereditarios en el contexto de las excepciones de Mendel, por lo que surgieron como categorías centrales la argumentación y los modelos explicativos (Ver tabla 3)

Tabla 3. Categorización y operacionalización de las categorías

Pregunta de investigación: ¿Cómo inciden los procesos argumentativos en el cambio de los modelos explicativos del concepto transmisión de caracteres hereditarios dentro del contexto de las excepciones de Mendel en estudiantes de básica secundaria?		
Objetivo general	Comprender la incidencia de los procesos argumentativos en el cambio de los modelos explicativos del concepto transmisión de caracteres hereditarios dentro del contexto de las excepciones de las leyes mendelianas en estudiantes de básica secundaria.	
Objetivos específicos: Identificar los modelos explicativos de los estudiantes frente al concepto mecanismos de transmisión de los caracteres hereditarios.	Categorías: Modelos explicativos de herencia, Cadavid & Giraldo (2018)	
	Subcategorías: Indicadores propuestos por Cadavid & Giraldo (2018), con adaptación en los indicadores referentes a herencia postmendeliana.	
	Cotidiano	C1. Los factores hereditarios están almacenados en la sangre.
		C2. La herencia se transmite por motivos místicos o religiosos.
		C3. La herencia está determinada por prevalencias sociales.
		C4. Las características hereditarias se determinan en el desarrollo embrionario.
	Preformista	P5. El organismo ya viene preformado en los gametos.
		P6. El macho o la hembra aportan la esencia vital.
	Herencia mezcladora	HM 7. Mezcla o combinación de características o gametos.
		HM 8. Cada órgano o tejido del organismo del progenitor aporta partes (gémulas) para la formación de gametos.
	Herencia de caracteres adquiridos	HCA 9. Las características adquiridas en vida del individuo son heredables a la progeñie.
		HCA 10. Un órgano se puede desarrollar con el uso y se puede atrofiar o desaparecer si no se usa.
	Mendeliano general	MG 11. La información hereditaria está contenida en estructuras como ADN y genes.
		MG 12. La información hereditaria se pasa de los progenitores a la descendencia.
		MG 13. Las características son el resultado de la expresión de los genes.
	Mendeliano específico	ME 14. Existen características determinadas por genes recesivos y dominantes.
		ME 15. Una característica está determinada por dos copias (alelos), cada una aportada por un progenitor.
		ME 16. Existen características que no se manifiestan en la F1, pero si en la generación F2.
	Reproductivo	R 17. Los gametos contienen la información hereditaria

		R 18. La fecundación es el proceso por el cual se transmiten las características hereditarias de padres a hijos.
		R 19. En la herencia están involucradas estructuras tales como cromosomas, núcleo y gametos.
	Postmendeliano (modificado en el presente proyecto).	PM 20. Una característica puede estar determinada por más de dos alelos.
		PM 21. Dos alelos se expresan por igual de manera simultánea.
		PM 22. Dos alelos para una característica que se expresan de manera intermedia.
		PM 23. Condición hereditaria determinada por genes localizados en el cromosoma X o en el cromosoma Y en condición dominante o recesiva.
		PM 24. Características controladas por la interacción de varios genes, que forman un espectro fenotípico en lugar de caracteres definidos.
		PM 25. Condición hereditaria determinada por genes localizados en los cromosomas autosómicos en condición dominante o recesiva.
Objetivo Específico: Identificar los niveles argumentativos de los estudiantes frente al concepto mecanismos de transmisión de los caracteres hereditarios.	Categoría: Argumentación Toulmin (2003)	
	Subcategoría: Estructura argumentativa Toulmin (2003)	
	Niveles argumentativos (Erduran, Simon & Osborne. 2004):	1. Argumentos que pueden contener una simple conclusión, datos y/o conclusión
		2. Argumentos que contienen conclusiones, datos, garantías y/o respaldos, pero no contiene ninguna refutación
		3. Argumentos cuya estructura contiene conclusiones o contra conclusiones con datos, garantías o respaldos con refutaciones débiles ocasionales.
		4. Argumentos que contienen en su estructura una conclusión con datos, garantías y/o respaldos con una refutación fuerte claramente identificable
		5. Argumento que contiene conclusiones y además de los elementos presentes en los niveles anteriores presenta más de una refutación claramente identificable
	Objetivo Específico: Reconocer el cambio de los niveles argumentativos y modelos explicativos en los estudiantes frente al concepto transmisión de los caracteres hereditarios luego de la aplicación de una propuesta didáctica orientada al fortalecimiento de los procesos argumentativos.	

Fuente: Elaboración propia. Indicadores modelos explicativos propuestos por Cadavid y Giraldo (2018) y Niveles argumentativos Erduran et al (2004) modificados para el presente proyecto.

7.5 PLAN DE ANÁLISIS

Frente a las técnicas de análisis podemos encontrar diversas perspectivas entre las que encontramos la del análisis del discurso y la del contenido; la primera de ellas tiene como objeto estudiar el uso del lenguaje y su papel en la vida social (González, 2015) y la segunda la descripción del contenido de los mensajes permitiendo la inferencia de conocimientos relativos a las condiciones de producción/recepción (contexto social) de estos mensajes” (Bardín 1996 en tinto, 2013, p 141).

El contraste entre los dos se distingue en el ámbito cualitativo y cuantitativo que puede tener el de contenido y el exclusivo cualitativo que posee el análisis del discurso, además del modo de acceso al texto, donde en el primero presta atención al contenido esperando entender el pensamiento del sujeto mediante el contenido del texto en una percepción transparente del idioma teniendo en cuenta significados asociados a indicadores y el segundo a su significación con una opacidad del lenguaje cuya lectura del texto generara significados centrados en posturas discursivas de un sujeto que se halla vinculado a lo social, a la historia e ideología (Caregnato y Mutti, 2006)

Este análisis del discurso es una herramienta sofisticada con gran bagaje conceptual que permite relacionar la complejidad semiótica del discurso con las condiciones de producción de los mensajes, esto producto de una multidisciplinariedad y heterogeneidad de corrientes y tradiciones, que han generado una “multiformidad” singular en su producción teórica ocasionando disturbios frente a su estandarización y algunas veces al no ser meticulosos en su ejecución productos descontextualizados, comentarios redundantes, resúmenes entre otros (Sayago, 2014).

Es así que las dos técnicas contienen características que brindan opciones para el análisis de datos en la investigación, sin embargo, la complejidad teórica, la separación de metodologías considerada por Sayago (2014) y la consideración del lenguaje (opacidad) Caregnato y Mutti (2006), hacen más afín el uso del análisis del contenido en la investigación, ya que también proporciona una visión para la organización y análisis de los

textos de los estudiantes, que permitirá facilitar la identificación de las relaciones entre los procesos argumentativos y los modelos explicativos

El análisis de contenido en el ámbito cualitativo no solo se limita a su interpretación sino que profundiza en su contenido latente y en el contexto social donde se desarrolla el mensaje, plantea el análisis de este en un modelo de comunicación determinando la parte de la comunicación que interviene en el comunicador, en el mismo texto, sus aspectos socioculturales y los efectos del mensaje, además de esto cuenta con otros aspectos como reglas de análisis que exigen unidades de análisis interpretables, criterios de fiabilidad que permite comparar mediante triangulación los resultados con otros estudios y procedimientos que tienen formas de interpretación inductiva (reducción de categorías paso a paso hasta obtener categorías principales) y deductivas (se construyen códigos y categorías que se van aplicando a los textos) Andréu (2000).

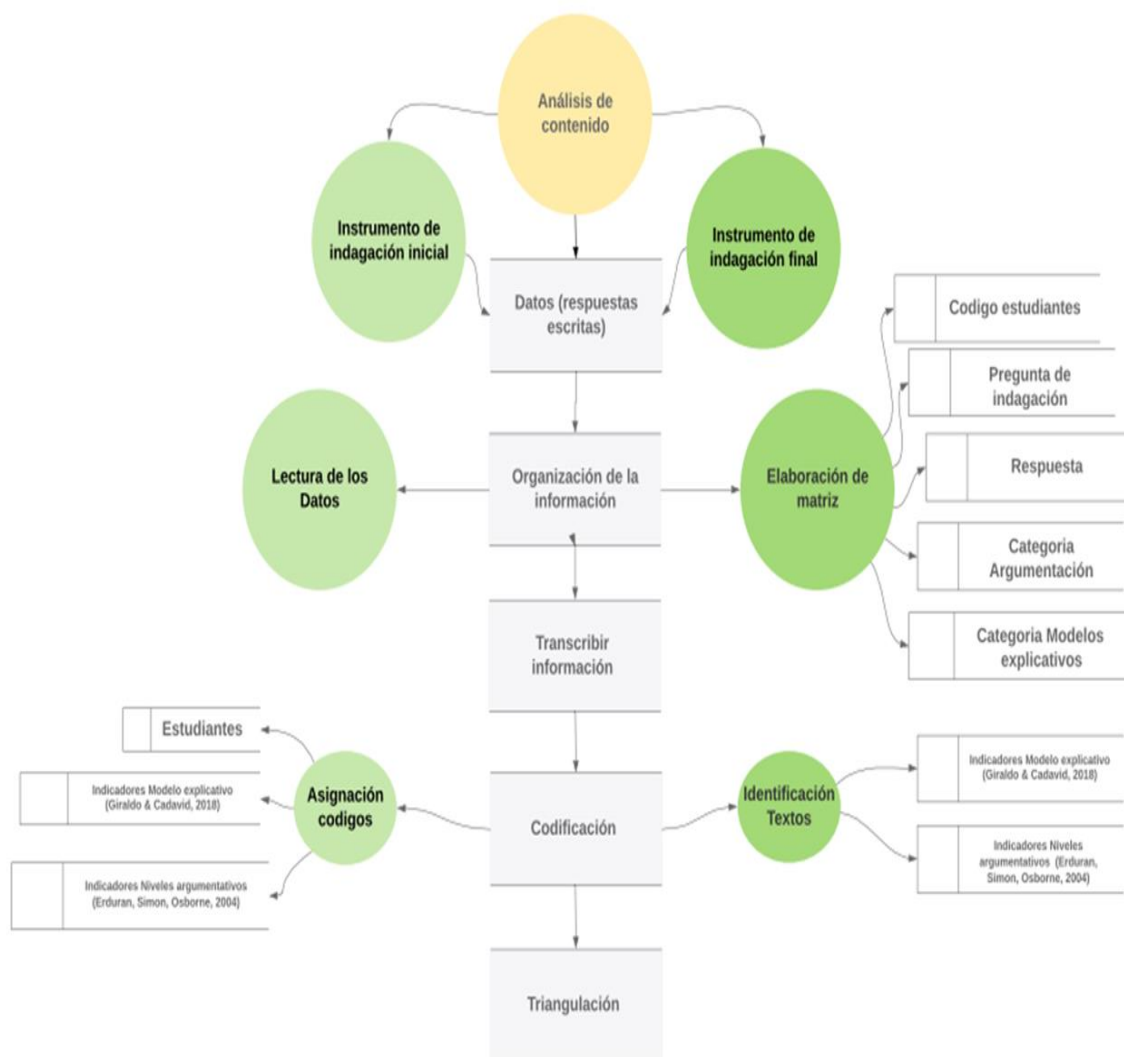
Mediante el análisis de contenido se identifican aspectos importantes en los instrumentos de indagación inicial y final a partir de los indicadores propuestos en los modelos explicativos y niveles argumentativos, a partir de su propósito básico que de acuerdo a Fernández (2002) corresponde a la identificación de determinados elementos y su clasificación para la explicación de fenómenos sociales bajo investigación. Identificar estos elementos permitió la obtención de datos específicos que facilitaron la comprensión de la relación entre las categorías estudiadas.

Frente al procesamiento de la información, Hernández et al., (2006) proporcionan orientaciones donde establecen aspectos claves en pro de favorecer los procesos de análisis de la información, en los cuales incluye la recolección de datos, revisión de datos, organización de datos e información, preparación de datos, codificación (localizar unidades, designar a categorías y códigos) y describir relaciones e interconexiones entre categorías y elementos teóricos.

De acuerdo a algunas de estas orientaciones, para el tratamiento de los datos de los

instrumentos de indagación inicial y final se realizó una lectura de la información total obtenida, se transcribió fielmente cada una de las respuestas de los estudiantes generadas en el documento de indagación, se organizaron los datos en una matriz de texto que incluía información por estudiante representados por códigos y sus respuestas a la luz de las categorías e indicadores, usando colores para facilitar la identificación de estas. Finalmente se realizó la triangulación de los datos, a partir de los supuestos hallados y los soportes teóricos; prestando atención a aspectos relacionados a la incidencia de los procesos argumentativos en los modelos explicativos del concepto en los estudiantes que permita aportar soluciones a algunas de las problemáticas planteadas en el proyecto de investigación (ver figura 6)

Figura 6. Plan general de análisis



Fuente: Elaboración propia.

7.6 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN Y VALIDEZ DE LOS INSTRUMENTOS

Para la recolección de la información se usaron técnicas de cuestionarios abiertos los cuales son considerados por Hernández et al., (2014) como una de las técnicas de recolección en estudios cualitativos, tales cuestionarios se caracterizan por no presentar opciones de respuestas por lo que la información obtenida suele ser detallada y profunda. En la investigación se requirieron dos instrumentos de recolección de información; el primero consiste en un cuestionario de indagación (ver anexo 1), el cual contiene preguntas abiertas cuyo objetivo es indagar los modelos explicativos y niveles argumentativos antes y después de la intervención didáctica; por su parte, el segundo instrumento corresponde a una unidad didáctica, que tiene como propósito promover los procesos argumentativos cuya estructura fue descrita en párrafos anteriores.

En cuanto a la validez, es una característica importante del instrumento de indagación ya que identifica si este mide lo que realmente busca medir, es decir si es útil al objetivo por el cual fue elaborado (Arribas, 2014). Por lo que luego de la construcción del instrumento se determinó su validez a partir de juicios de expertos y de la aplicación de una prueba piloto a estudiantes del mismo grado, pero de curso distinto. Lo anterior teniendo en cuenta lo planteado por Soriano (2014) quien indica que es importante que el instrumento se someta a un juicio de personas cuyo dominio en el tema desde diversos ámbitos le permita valorar a partir de los objetivos y el constructo teórico, el contenido, la forma y la pertinencia de cada ítem; de igual forma que se aplique una prueba a un grupo de personas con características y condiciones similares a la población estudiada que permita analizar el instrumento.

7.7 CONSIDERACIONES ÉTICAS EN EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La investigación en el campo de la educación a menudo se caracteriza por el desarrollo de estudios de tipos cualitativos, lo que de entrada sugiere la interacción cercana de los sujetos implicados y el establecimiento de interrelaciones entre los objetivos, los productos esperados y las diversas dimensiones del ser humano, por lo que se hace necesario contemplar aspectos relacionados a la ética.

Desde esta dimensión, se hace necesario considerar el respeto en pro de apoyar la autonomía de las personas informando los fines de la investigación, la beneficencia evitando perjuicios y facilitando el máximo bienestar y la justicia desde la equidad frente a costos y beneficios sociales; de igual forma desde una perspectiva en la investigación pedagógica se incluyen además principios de paridad y reciprocidad traducidos en la participación por igual en el proceso investigativo, y sumado a esto la privacidad y cautela asegurando la confidencialidad y cuidado en la emisión de juicios (González, González y Ruiz, 2012).

Considerando las anteriores implicaciones de la ética en la investigación pedagógica, se informó a los estudiantes, padres de familia o acudientes los objetivos planteados del proyecto así como los resultados esperados y la forma de participación de los estudiantes en la investigación respetando su abstención en caso de ser solicitada; En lo referente a la aplicación de la estrategia didáctica, se desarrolló con la totalidad de los estudiantes, sin embargo solo se recogen datos de algunos de ellos de acuerdo a características descritas en la unidad de trabajo. Para el manejo de los datos, se aseguró la confidencialidad asignando códigos a cada uno de los estudiantes y la cautela analizando únicamente datos asociados a las categorías de investigación.

8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se muestran los resultados obtenidos luego de los tres momentos de la investigación donde inicialmente se aplicó un instrumento de indagación de modelos explicativos y niveles argumentativos, luego se diseñó y aplico una unidad didáctica orientada a promover los procesos argumentativos y por último la indagación de modelos explicativos y niveles argumentativos finales, buscando comprender la relación entre los niveles argumentativos y los modelos explicativos del concepto.

Por tal razón la investigación se desarrolló desde el análisis cualitativo comprensivo donde se indican algunas cifras y porcentajes que serán de apoyo solo para visibilizar posibles cambios entre los niveles y modelos antes y después de la intervención didáctica; se analizan los resultados mostrados por un grupo de tres estudiantes cuya selección fue descrita en párrafos anteriores en aspectos metodológicos, mostrándose inicialmente el análisis general como grupo y posteriormente el particular de los estudiantes que de ahora en adelante serán descritos como Karen (K), Lina (L) y Antonio (A), prestando interés a sus modelos explicativos y niveles argumentativos en los momentos inicial y final luego de la intervención didáctica; por último se realiza una reflexión en torno a las relaciones de la argumentación y los modelos explicativos del concepto en el presente proyecto.

8.1 MOMENTO INICIAL Y FINAL

Para el momento inicial se aplicó el instrumento de indagación de lápiz y papel (ver anexo 1) el cual como se describió en apartados anteriores tenía ocho preguntas abiertas relacionadas al concepto de transmisión de caracteres hereditarios en el ámbito postmendeliano, las cuales para efectos del análisis fueron codificadas como 1P, 2P, 3P, etc., correspondiendo cada una con el numeral propuesto en el instrumento.

La información obtenida fue organizada en una matriz donde a partir de lo expresado por los estudiantes, se identificó para cada interrogante la estructura argumentativa desde el modelo de Toulmin (2003) para esto se asignó una letra a cada componente (Ver tabla 4),

se identificaron estos en los textos y posteriormente se subrayaron asignando cada código según correspondiera.

Tabla 4. Códigos Componentes del Argumento.

COMPONENTES	
CONCLUSIÓN	(C)
DATOS	(D)
GARANTÍAS	(G)
RESPALDO	(RE)
REFUTACIÓN	(R)
CONTRACONCLUSIÓN	(CO)

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente cada una de las respuestas se ubicó en un nivel argumentativo de acuerdo a la propuesta de Erduran, et al (2004) con una modificación en el nivel uno para el presente proyecto (ver tabla 5)

Tabla 5. Niveles Argumentativos.

NIVEL	DESCRIPTOR
1	Argumentos que pueden contener una simple conclusión, datos y/o conclusión.
2	Argumentos que contienen conclusiones, datos, garantías y/o respaldos, pero no contiene ninguna refutación.
3	Argumentos cuya estructura contiene conclusiones o contra conclusiones con datos, garantías o respaldos con refutaciones débiles ocasionales.
4	Argumentos que contienen en su estructura una conclusión con datos, garantías y/o respaldos con una refutación fuerte claramente identificable.

- 5 Argumento que contiene conclusiones y además de los elementos presentes en los niveles anteriores presenta más de una refutación claramente identificable

Fuente: Niveles argumentativos con algunas modificaciones para el presente estudio, adaptado de Eduran, Osborne y Simon, (2004). TAPping into argumentation: developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. Science Education, 88 (6).

Otra matriz fue usada para los modelos explicativos, los cuales se discriminaron para cada interrogante de acuerdo a los modelos e indicadores planteados por Cadavid y Giraldo (2018) con adaptaciones para el presente proyecto de investigación específicamente a lo relacionado con la modificación e inclusión de indicadores en el modelo postmendeliano propuestos desde elementos conceptuales acordes a referentes bibliográficos (ver tabla 3); aquí cada indicador fue identificado con un código, el cual fue asignado a las respuestas según correspondiera permitiendo la ubicación del estudiante en los modelos planteados.

Posterior a la intervención de la unidad didáctica, en el momento final, se plantea la reflexión sobre los resultados obtenidos a partir de una nueva aplicación del instrumento de indagación de lápiz y papel que fue usado en el momento inicial y cuyos resultados fueron tratados de manera similar en cuanto a la identificación de los niveles argumentativos y los modelos explicativos.

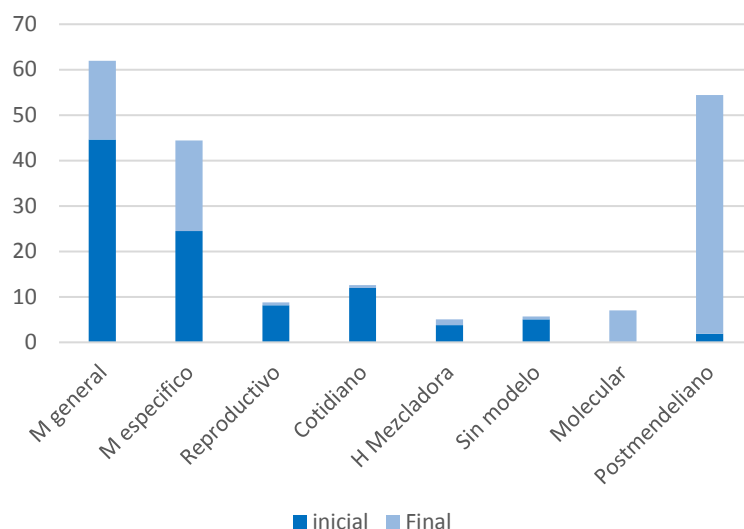
A continuación, se presentan los modelos explicativos y niveles argumentativos hallados en las respuestas de los estudiantes y las reflexiones planteadas a partir de esto.

8.2 ANÁLISIS DE LOS MODELOS EXPLICATIVOS DEL GRUPO DE ESTUDIANTES

Luego de aplicar el instrumento de indagación antes y después de la intervención didáctica al grupo total de estudiantes, los modelos explicativos encontrados frente al concepto transmisión de caracteres hereditarios dentro del contexto postmendeliano se corresponden a los señalados en la Figura 7, donde se aprecia su uso en las explicaciones para el momento inicial y final, destacándose el empleo en mayor tendencia de los modelos

reproductivo, cotidiano y sin modelo para el primer momento y el uso mayoritario de los modelos postmendelianos, molecular y específico hacia el momento final.

Figura 7. Modelos explicativos iniciales y finales



Fuente: Elaboración propia. Gráfica modelos explicativos iniciales y finales hallados en el instrumento de indagación.

Para el momento inicial se observó en los estudiantes una mayor presencia de los modelos explicativos mendeliano general, específico y cotidiano, los cuales representaron el 44%, 24% y 11% en las respuestas a nivel grupal y para el momento final el postmendeliano, el mendeliano específico y general con 52%, 19% y 17% respectivamente.

Resultados en otras investigaciones que relacionan a la herencia muestran para sus momentos iniciales el uso de modelos explicativos como el popular (Deleón, 2018), cotidiano, mendeliano, caracteres adquiridos y mezcladora (Amaya y Pulido, 2017) y el mendeliano general, cotidiano, específico, herencia mezcladora y reproductivo (Cadavid y Giraldo, 2018), coincidiendo en la mayoría de ellos en el predominio del modelo cotidiano y en el caso del último, el mendeliano general. En cuanto a los modelos explicativos hallados hacia el final de las investigaciones encontramos el uso de modelos como el preformista, epigénista, particulado, fusión de caracteres, el restringido de Mendel (Cardona, 2008), cotidiano, mendeliano, herencia mezcladora, caracteres adquiridos

(González, 2014) el mendeliano general y el específico (Cadavid y Giraldo, 2018).

Comparando los resultados de la presente investigación con los anteriores reportes no se observaron modelos como el preformista, epigénista, particulado, fusión de caracteres y caracteres adquiridos los cuales corresponden a modelos de herencia “construidos durante los siglos XVII y XVIII previos a los aportes de Mendel” (Cardona, 2008, p 2), esto debido a que los estudiantes tuvieron un acercamiento en el ámbito académico a la herencia mendeliana anterior a la aplicación de la unidad didáctica por lo que es posible que haya influenciado la ausencia de estos modelos en las respuestas de los estudiantes.

No obstante, hay coincidencia en el momento inicial frente al uso de modelos como el mendeliano general, específico, cotidiano, reproductivo y el de herencia mezcladora siendo los tres primeros los más representativos; por lo que es pertinente señalar que aunque tuvieron un acercamiento en el ámbito académico a la herencia mendeliana se evidencian algunas dificultades que impiden la apropiación de este modelo, ya que el nivel de comprensión de estos contenidos es alto, lo cual conlleva a conocimientos mecánicos y memorísticos (Ayuso, 2000).

Por otra parte, en el momento inicial de acuerdo a las respuestas de los estudiantes se hizo necesario la inclusión de un nuevo criterio el cual se denomina sin modelo, en el que se hace relación a explicaciones que no incluyeran o relacionarán aspectos referentes a la herencia como por ejemplo los expresados por el E7 *“No tanto entre las candidatas sino entre todos los seres humanos, desde mi punto de vista no me gustaria parecerme a millones de personas”* o por E15 *“Si estoy de acuerdo con que sea usada por el bien de un individuo, y no por la avaricia de los padres ya que podría ser riesgoso”*. Se evidenció en los textos de los estudiantes que, aunque responden la pregunta, no hacen uso de algún modelo explicativo relacionado con la herencia asumiendo posturas personales frente a los interrogantes.

En el momento final llaman la atención tres aspectos, el primero corresponde a la aparición

de un nuevo criterio que envuelve aspectos de la biología molecular, el segundo correspondiente al concepto de investigación referente a la herencia postmendeliana y el tercero la dinámica entre el modelo mendeliano específico y general.

El primero de ellos se vio representado para el 7% de las respuestas asociándose al interrogante P8, en el cual a partir de un afiche publicitario se indaga frente a poder determinar la presencia y ausencia de rasgos físicos y de enfermedades hereditarias, a lo que algunos estudiantes respondieron:

E17

Si estoy de acuerdo con el mejoramiento genético por que asi evitaríamos mutaciones genéticas como el cáncer y ya no se presentaría en nosotros. Asi haríamos la edición genética del crisper quitando un fragmento del ADN no deseado modificándolo para no padecer estas enfermedades extrayendo parte del ADN modificándolo para no padecer estas enfermedades, no estoy de acuerdo con rasgos físicos

E12

Si estoy de acuerdo con la edición genética siempre que altere solo enfermedades. Me baso en un caso de unas Gemelas a las que antes de nacer se le removio el gen CCR5 (causante del VIH). El crispr identifica el gen que se le ordeno eliminar y lo elimina. Pero una razon por la que no concuerdo con esto es porque hay gente que quiere usarlo para alterar cosas inecesarias y por que cabe la posibilidad de que el crispr se equivoque de gen y elimine uno erróneo perjudicando al futuro ser

E3

Si, ya que es un procedimiento muy bueno al ayudar a quitar enfermedades hereditarias antes de que el bebe nazca esto ocurre por la edición genética o crisper la cual se encarga de eliminar el CCR5 y eso cura la enfermedad además es un procedimiento rapido y economico pero esto tambien tiene sus contras y es que si eliminaramos el CCR5 ya el bebe tendrías mas posibilidades de obtener la enfermedad de la gripe lo cual seria malo para ella ya que no tendría con que debatir o luchar contra esta enfermedad y podría morir

E16

No estoy de acuerdo por que es peligro, como en un experimento que realizaron con unas gemelas donde intenta quitar el gen CCR5 que es el causante de que tengamos VIH pero no lo logro por que el crisps es como unas tijeras donde corta una parte del ADN que no se repite y ademas podría cortar otra parte y causar una mutación o en algunos casos como el CCR5 es un gen que tambien ayuda que no tenga el virus del Nilu o gripa tan grave, al eliminarlo tambien seria para mal, cabiaría mi opinión cuando tengan bien seguro que no va cortar otra parte de la cadena y que los resultados si sean siempre buenos, por que no es que diga que no funciona si; si puede funcionar pero no es seguro

En las respuestas de los estudiantes, se apreció el uso de términos como edición genética,

mutaciones, Crisper, gen, eliminar y modificar fragmentos de ADN, de igual forma hacen alusión a una técnica de edición genética en la que concuerdan que permite la modificación de la información hereditaria mediante la eliminación de genes para algunos y fragmento de ADN para otros, convirtiéndose este un medio para evitar enfermedades.

La técnica que se describe en las respuestas, hace parte de uno de los avances que se tuvieron hacia el 2012 en el campo de la biología molecular y que efectivamente como lo indican los estudiantes consiste en una edición en la que secuencias de ADN se modifican, pudiéndose usar para corregir, desactivar, borrar, invertir e insertar genes o producir cambios en múltiples genes de manera simultánea (Sternberg, 2019).

Sus respuestas los situaron en un campo actual de la biología molecular donde ellos no solo reconocen a la molécula del ADN como portadora de la herencia, sino que dilucidan una estructura compuesta por otros componentes que, aunque ellos por su etapa escolar no distinguen claramente teniendo en cuenta que no han accedido a los conceptos de duplicación de ADN y síntesis de proteínas, es susceptible de modificación a través de una técnica molecular, con implicaciones hereditarias que dan cuenta de la identificación de mecanismos de transmisión de información hereditaria, por lo que establecen la relación entre la modificación del gen y la expresión de enfermedades, rasgos físicos y mutaciones.

Es entonces que es necesario plantear si sus explicaciones se sitúan en el modelo de la herencia molecular propuesto por Cardona (2008), quien describe los aspectos desde su componente histórico, los cuales fueron agrupados para este proyecto en cuatro aspectos relevantes con la finalidad de proponer criterios que permitan la identificación de dicho modelo (ver tabla 6)

Tabla 6. Indicadores modelo molecular de herencia

CARACTERÍSTICAS	CRITERIO
1 Se hace énfasis frente a la molécula portadora de la herencia donde se tenía un interés marcado hacia la composición, estructura y función, no solo del ADN sino de los ácidos nucleicos. Aquí, se señalan aspectos desde mediados del siglo XX donde el gen ya no es visto como una simple estructura sino es considerado desde trabajos como el de Watson, Crick y Wilkins, como un fragmento de ADN o una secuencia de nucleótidos con disposición tipo espiral cuyos componentes incluían un fosfato, una desoxirribosa y una base nitrogenada.	Las características son producto de una secuencia de nucleótidos determinada.
2 Involucra el ADN en la herencia a partir de la duplicación. Es entonces que durante la división celular el ADN se copia así mismo a partir de la separación de las dos hebras de la espiral, lo que implicaría que una de las cadenas era modelo en la formación de otra complementaria que luego conformaría una estructura helicoidal resultando dos cromosomas donde solo había uno.	La información genética se transfiere de una generación a otra a partir de la duplicación de su ADN.
3 Se plantea la regulación respecto a la fabricación de proteínas, lo cual resultó en la formulación de un esquema en el que como producto de la interacción ADN, ARN mensajero, ribosoma, ARN transferencia, aminoácidos se forma una proteína, estableciéndose que cada una de ellas contaba con una secuencia específica sugiriéndose que cada una de estas estaba determinada por un código genético.	Las características son producto de la información del ADN expresada en proteínas específicas cada una encargada de una función concreta.
4 Un ámbito tecnológico que se desarrolló desde el código genético y que contribuyó a grandes desarrollos de la biología molecular conduciendo al proyecto del genoma humano. Y que también involucra el advenimiento de una gran cantidad de trabajos actuales provenientes de la ingeniería genética, que están influyendo en nuevas formas de ver el fenómeno de la herencia.	Los genes o el ADN pueden ser manipulados por diversos métodos que influyen en la expresión de las características.

Fuente: Elaboración propia. Elaborados a partir de revisión histórica de Cardona (2008).

Ahora es necesario considerar que el modelo de herencia molecular planteado por Cardona

(2008) muestra aspectos referentes a la naturaleza de la estructura molecular del ADN, la replicación, la síntesis de proteínas y aunque someramente y un poco más enfatizado en el presente escrito avances que tienen que ver con aplicaciones de interés genético que influyen con el modo de ver la herencia.

Desde esta perspectiva las respuestas se hallaron en uno de los criterios de este modelo, específicamente el referente al de los genes o el ADN pueden ser manipulados por diversos métodos que influyen en la expresión de las características, por lo que se considera que hay un movimiento hacia este, producto del ámbito escolar a partir de actividades desarrolladas en la unidad didáctica donde se trataron tres asuntos socio científicos entre ellos, uno relacionado a la edición de embriones humanos, que sumado a conceptos tratados como la relación entre ADN-Gen-cromosoma, posiblemente brindaron elementos para que los estudiantes relacionaran el interrogante a este modelo, sin embargo es importante aclarar que la mayoría de los conceptos inmersos a este son considerados en periodos académicos posteriores a la aplicación de la unidad.

En cuanto al segundo aspecto que llamó la atención, referente al modelo postmendeliano, se vio representado en el momento inicial en un pequeño porcentaje por el criterio PM21 (1,8%) y en el momento final por los criterios PM20, PM21, PM22, PM23, PM24 y PM25 siendo los más representativos el PM23 (18.5%), PM21 (12 %) y PM22 (9.6%), notándose un aumento significativo en el uso de este modelo en las explicaciones por parte de los estudiantes.

Pocos son los reportes hallados en la búsqueda de literatura que involucren la herencia postmendeliana, sin embargo, resultados de Cadavid y Giraldo (2018) señalan la aparición del modelo postmendeliano en el momento final que coinciden con el presente reporte en lo relacionado al uso de patrones como alelos múltiples y codominancia (PM20, PM21) indicando además el uso durante su intervención didáctica de otros como la herencia intermedia y herencia ligada al sexo.

Este modelo surge a finales del siglo XIX, a partir de avances en el uso de instrumentos como el microscopio y en la teoría celular que junto a otros progresos del siglo XX permitieron corroborar los trabajos de Mendel y además reconocer aspectos nuevos de la estructura de los genes (Pinzón y Sarmiento, 2014). Lo que además permitió evidenciar que los principios mendelianos se aplicaban de manera restringida a situaciones donde intervenían un solo par de alelos provenientes de cromosomas homólogos distintos, manifestándose condiciones donde no se ajustan como el caso de los genes ligados, la herencia intermedia, los alelos múltiples, los sistemas de polígenes, la epístasis y la pleiotropía (Cardona, 2008).

Ahora bien, los criterios identificados en las respuestas de los estudiantes, propuestos por Cadavid y Giraldo (2018) y algunos de ellos modificados para el presente proyecto coinciden con estas excepciones a los principios mendelianos donde se observan situaciones donde intervienen los alelos múltiples, la codominancia, la herencia intermedia, la herencia ligada al cromosoma X y Y, la poligénia y la herencia autosómica, esta última si bien sigue los patrones mendelianos tiene explicaciones desde teoría cromosómica. Se observó que el criterio con más ocurrencia corresponde al PM23 el cual hace parte de la herencia ligada al cromosoma X y Y, donde se establece que una condición hereditaria está determinada por genes localizados en el cromosoma X o en el cromosoma Y en condición dominante o recesiva. Aunque las relaciones que se establecen en este patrón de herencia son complejas, es posible que, al abordar casos puntuales relacionados a condiciones hereditarias, permitieron comprender la relación entre la expresión del gen, el cromosoma y el sexo.

El segundo criterio dentro de este modelo con más ocurrencia correspondió al PM21 en el cual se tratan elementos relacionados a la codominancia en la cual la mayoría de los estudiantes que hicieron uso de este criterio lograron identificar la relación de dominancia de dos alelos y la expresión fenotípica simultánea de estos, estableciéndolo de manera descriptiva a través de texto en sus respuestas y gráficamente a través de la representación en esquemas de probabilidad y patrones de colores en dibujos (ver figura 10, figura 14).

No obstante, se hallaron en las respuestas de algunos estudiantes confusiones referentes al uso de elementos del patrón de herencia intermedia y codominancia en una misma respuesta (uno de estos casos se expone en párrafos posteriores), por lo que se advirtieron dificultades de índole conceptual respecto a la claridad en las relaciones alélicas y expresiones fenotípicas de cada patrón que podrían marcar una posible transición a entre estas dos patrones de herencia (herencia intermedia y codominancia) o una dificultad en la comprensión, desde los planteamientos de Ayuso (2000) por el nivel de “abstracción” del concepto.

El restante de los criterios dentro de este modelo postmendeliano, cuyos porcentajes representan el 6,4% y 2.5% corresponden a los patrones de herencia como la poligénia y alelos múltiples.

Respecto a la poligénia, se considera que su baja participación en las respuestas de los estudiantes incurre posiblemente debido a que al interior de este patrón concurren fenómenos de interacciones alélicas, génicas, de expresividad, penetrancia, factores ambientales entre otros que pueden dificultar en algunos estudiantes la comprensión y aplicación de este patrón a situaciones de su entorno. Aunque muchos de ellos a pesar de no ubicarse en este criterio por no contar con elementos conceptuales fuertes en sus respuestas caben destacar que usaban el termino para ejemplificar fenómenos de herencia en la altura, el color de ojos, de piel entre otros.

En lo que refiere al uso del patrón que incluye a los alelos múltiples se observó que algunos estudiantes no usaban elementos de este para explicar situaciones de la herencia, al igual que con el patrón de herencia autosómica, sino que hacían uso del modelo mendeliano específico en sus respuestas proporcionando cuadros de probabilidad, relaciones de dominancia y recesividad entre otras propias de este modelo, lo que podría evidenciar que este modelo ofrecía a los estudiantes explicaciones que daban respuesta a sus interrogantes por lo cual no trascendieron en explicar desde otros patrones de herencia ocasionando que según Ayuso (2000) se resistan a nuevos conocimientos y se sientan cómodos con sus

explicaciones.

El último aspecto de relevancia en este momento final, señala una disminución del modelo mendeliano general y aumento del específico en el cual se observó uso de lenguaje propio del modelo, de representaciones como lo son cuadros de probabilidad, explicaciones que dan cuenta de comprensión de las relaciones alelo-gen-expresión fenotípica, de dominancia recesividad y de segregación; todo esto implicaría lo que para Sarda y Sanmartí (2000) configurarían una consolidación de las ideas, teniendo en cuenta que sus explicaciones están acompañadas de un lenguaje formal, preciso, impersonal y riguroso.

8.3 ANÁLISIS DE LOS NIVELES ARGUMENTATIVOS DEL GRUPO TOTAL DE ESTUDIANTES

En los que respecta a los niveles argumentativos, mostrados por el grupo total de estudiantes luego de la aplicación del instrumento de indagación inicial encontramos que sus respuestas en la mayoría de los casos se hallan en el nivel de argumentación 1 Erduran, et al. (2004), con argumentos que cuentan algunos con conclusiones o en su mayoría con conclusiones y datos.

Estas declaraciones de carácter simple coinciden en los momentos iniciales con las investigaciones de Amaya y Pulido (2017), Bahos (2018) quienes reportan el nivel argumentativo 1 y que junto a la de Cardona y Tamayo (2009) describen la presencia en los argumentos de elementos comunes como conclusiones y datos

Ejemplos de la estructura encontrada se pueden observar en la P6 del E6 quien indica “*Por que sus genes talvez fueron de los antepasados de sofia que no presentaban la enfermedad (C) o un gen dominante que hizo que la miopia no se manifestara en ella (C), o talvez si puede ser adoptada (C)*” y la P3 del E11 cuando señala “*Porque tiene familia con esa condicion talvez pueda presenta este problema a travez que lo presente los hijos de sus hijos (C) o talvez nunca se enfrente a este problema como sus tios la verdad (C) o talvez la presente (C)*” ,

Aquí se observan declaraciones simples que a partir del uso de los conectores “o” y “tal vez” aplican en diferentes contextos intentando dar respuesta al interrogante; estas no se apoyan de ningún dato, pero sin embargo algunas de ellas parten del ámbito de la herencia como el E12P6 “*porque uno o su padres tienen un gen sano recesivo que no se manifestó en el resto de su familia (C)*”, de vivencias como el E11P5 “*Pues creo que es porque las mujeres sangramos cada mes (C)*”, desde la interpretación o producto de la inferencia E4P2 “*gris, al combinar algo claro con algo oscuro ay una probabilidad de que salga mas clara (C)*” E8P3 “*Si, Sandra tiene familia por parte de su mamá que sufre e esta enfermedad (C)*”; todos ejemplos dejan entrever perspectivas desde las que se construyen las conclusiones teniendo en cuenta los hechos, aspectos teóricos y descriptivos (Izquierdo y Sanmartí, 1998 en Sarda y Sanmartí 2000).

Otra estructura corresponde a la que relaciona una conclusión con un dato, donde este último apoya o no la conclusión siendo la primera, la situación predominante en las respuestas halladas en el grupo con este nivel de argumentación; como ejemplos de estos encontramos la P1E8 “*la diferencia de las características de estas mujeres es porque tal vez no son de la misma descendencia (C) por lo tanto son de diferentes familia por lo cual deben de tener características diferentes (D)* y la P7E6 “*debido a los genes, los padres pudieron haber sido dominantes (C) por el tipo de sangre de antepasados hizo que se manifestara el tipo de sangre O en el niño (D)*”; estas respuestas ejemplifican acompañamientos a las conclusiones donde la última refleja una situación en la que se asocian componentes conceptuales relacionados a la herencia que marcan el uso de un modelo explicativo mendeliano general pero que planteados desde su declaración no presentan ninguna relación.

Estas declaraciones que no presentan concordancia entre sí, se hallaron en pocos casos, sin embargo, para Sarda y Sanmartí, (2000) esto suele ocurrir a menudo en los estudiantes quienes vinculan ideas científicas que no presentan relación. lo que evidencia en sus respuestas dificultades en la apropiación de los modelos científicos que les permitan contar con elementos conceptuales y lingüísticos para la construcción de relaciones lógicas entre

sus declaraciones; estableciendo relaciones epistemológicas entre los datos y la conclusión para que estos se considere validos (Sarda y Sanmartí, 2000).

Por otra parte, referente a los datos que apoyan a la conclusión, se observó en el ejemplo expuesto en párrafos anteriores la vinculación a partir de hechos observables, pero también fueron usados en las respuestas de los estudiantes datos provenientes de la interpretación de imágenes y textos, de experiencias propias, de conocimientos relacionados a modelos de herencia y a otros provenientes del ámbito escolar que fueron usados como soporte a las declaraciones principales; cuyos orígenes posiblemente pueden estar en el ámbito escolar, sensorial y en su entorno social y cultural (Pozo y Gómez, 1998).

Además de los aspectos en cuanto a la estructura mencionados anteriormente, cabe agregar que se presentaron argumentos en los cuales las declaraciones consistían en repeticiones de los enunciados o de sus respuestas evidenciando un lenguaje tautológico como por ejemplo el E3 en el P4 *“Pues creo que se presenta esta coloración en las plantas ya que es una planta canna indica la cual tiene 2 colores que son amarillo y rojo lo que indica que pueden venir de un color o del otro”* o la del E8 en el mismo interrogante *“Porque de pronto se cruzaron dos plantas cuyo color de una era rojo y el color de la otras era amarillo entonces por este puede ser que la planta pudo tener color de una planta que es el amarillo y el color de la otra que es rojo”* tales situaciones son descritas por Sarda y Sanmartí (2000) donde establece acerca de la dificultad de los estudiantes en distinguir entre los datos y el nivel de teoría que los conduce a la conclusión y que evita caer en tautologías.

Para este primer momento entonces los niveles argumentativos de los estudiantes se hallaron en el nivel 1, el cual se vio representado por una estructura de argumentos simple compuestos por conclusiones o conclusiones y datos; para Bahos (2018) este tipo de argumentos debido a sus pocos elementos no tiene respaldo científico. En nuestro caso, aunque se evidencian datos que vinculan vivencias, modelos relacionados a la herencia mendeliana general y otros previos a este, que acompañan las explicaciones, estos no

muestran una apropiación, demostrada en la falta de inclusión de otros componentes al argumento y en la coherencia entre las declaraciones; de igual forma algunos muestran dificultades relacionadas a la interpretación del texto y las teorías, así como en la coherencia y redacción, lo que para Sarda y Sanmartí (2000) en el caso de las primeras se traduce en la presencia de tautologías y en últimas en la falta de expresión clara de sus ideas.

Para el momento final los niveles argumentativos preeminentes en las respuestas de los estudiantes hallados a partir de la aplicación del instrumento de indagación luego de la intervención didáctica representaron el 72.2 % en el nivel 2 y el 27.8 % en el nivel 1, donde muestra como estructuras predominantes para el primero, conclusiones-datos y garantías o conclusiones, datos, garantías y contraconclusiones o conclusiones, garantía con o sin contraconclusión este último ubicado pocas veces; para el segundo se presentaron conclusión y datos en su mayoría y en una menor proporción solo conclusión.

Estos resultados coinciden con los presentados por Cadavid y Giraldo (2018) para el momento final donde indica el uso principalmente de datos, justificación y conclusión, donde al igual que en la presente investigación se percata de la tendencia en algunos estudiantes en la elaboración de argumentos con más elementos como datos, justificación, conclusión y respaldo o datos justificación, conclusión y refutación; para nuestro caso se hallaron respuestas que hicieron incluso uso de elementos como conclusión, dato, garantía, respaldo, refutación, dato y/o garantía los cuales serán analizados posteriormente.

Las estructuras predominante halladas para el nivel dos se puede observar en las respuestas del E5 en la P3 *“No es posible que presente esa condición (C) los tíos y el abuelo de Sandra tienen una condición (D) la cual solo se presenta en el cromosoma y por ende afecta a los hombres ya que las mujeres tienen XX, lo contrario de los hombres esto es llamado Herencia Ligada al sexo ya que depende de los cromosomas número 23 que son aquellos que se encargan de determinar el sexo de un individuo teniendo en cuenta si es X o Y (G)”* así como en el E3 en la P4 *“Gris (C) - Porque si hacemos un cruce de una*

hembra blanca dominante BB y un macho negro dominante NN esto por medio del cuadro de punet nos da BN o sea gris (D) esto ocurre en la dominancia incompleta donde 2 genes se mezclan y dan origen a uno nuevo pero sin perder los genes de los padres (G) esto no ocurriría a menos que la madre se BN ya darían una variación en los resultados(CO)”.

Allí en los ejemplos se observan dos aspectos importantes para este momento final, el primero respecto a la aparición en las declaraciones de los estudiantes del elemento garantía y el segundo en cuanto a la contraconclusión.

En lo que respecta al primero, se evidenció en los ejemplos que los argumentos cuentan con garantías que se apoyaron en su mayoría en modelos de herencia postmendeliano y mendeliano (general y específico), lo cual fue predominante en este nivel de argumentación observándose que en su mayoría vinculaban los datos con la conclusión. En una menor proporción en algunos argumentos la garantía representaba apenas un acercamiento al modelo científico, pero, aun así, vinculaba los datos con la conclusión sin proporcionar una profundización al fenómeno indagado, como el E14 P4 *“por que hubo herencia codominante (C), se cogieron los dos alelos puros del gen de color de flor y se unieron (D) pero como son dominantes se manifestaron los dos (D)”*. En otros casos estas garantías a pesar de ser o no formuladas desde un modelo científico escolar no respaldaban a los datos y a la conclusión como en la respuesta del E4 P6 *“ella no padece miopia pero si es portadora (C) al cruzar un padre miope y una madre portadora ay una probabilidad de un 50% que salga portadora autosómica (C) ya que la miopia se expresa en genes dominante entonces ella si es de esa familia (G)”*.

Estas formas de presentarse las garantías dan cuenta de un proceso delicado y complejo en los estudiantes al momento de relacionar datos provenientes de diversas fuentes y la elección desde diversos modelos científicos y contextos; ya que la elaboración de garantías requiere hallar razones pertinentes entre todos los conocimientos que se tienen (Sarda y Sanmartí, 2000). en especial las referentes a este concepto de herencia, el cual presenta niveles altos de abstracción que obstaculizan la comprensión por parte de los estudiantes

Ayuso (2000).

El segundo aspecto referente a las contraconclusiones en este trabajo se ve representado en declaraciones que señalaron posibles excepciones que pueden tener relación frente al contexto que lo vincula a la conclusión inicial como en el caso del E12 P7 donde responde *“Porque puede que el tipo de sangre de los padres sea hetero (Ao- Bo) (C) y hay un 25% de probabilidad de que salga O puro (D). Me baso en los alelos multiples, los alelos son 3, que es el numero de tipos de sangre que hay. Al cruzar A y B (heteros) puede dar O, o tambien AB, o el tipo de sangre de los padres (G). Esto a menos de que los padres sean totalmente A,B (CO) ya que en este caso ambos son heteros”* aquí la declaración usada pone la intención en el texto en proponer una alternativa como la condición de dominancia en los padres que eliminaría completamente la opción de la expresión del grupo sanguíneo O. Estas declaraciones que presentaron relación dentro del texto mostraron mayor complejidad en los argumentos evidenciado desde la articulación de la misma declaración en el contexto y en claridad en los modelos científicos escolares usados dentro del argumento de tal forma que a través de estas fueron comparados con otros y vinculados en un mismo contexto.

Además de estos aspectos, se observó que la redacción, la coherencia en términos de relación que se establece entre los componentes conceptuales y el uso de conectores representa un factor importante en los argumentos de los estudiantes ya que se implica a la intencionalidad del texto y la expresión de estos, es así que para el final de la investigación los argumentos aparte de ser más extensos, mejoraron en la redacción y en la coherencia posiblemente al empleo y comprensión de modelos de herencia postmendeliana y mendeliana (general y específica), sin embargo se percibió en algunos la omisión de conectores o uso inadecuado de estos; situación que se traduce en la dificultad en elaborar textos con cohesión y que es producto de transcribir en lugar de crear textos propios (Amaya y Pulido, 2017).

Para concluir, al finalizar luego de la intervención didáctica los estudiantes se movilaron en su mayoría del nivel argumentativo 1 presentado en el momento inicial al nivel

argumentativo 2 (Erduran et al. 2004), observando para este nivel como estructuras predominantes conclusiones-datos y garantías o conclusiones, datos, garantías y contraconclusiones que dan cuenta del aumento en el empleo de componentes en el argumento, los cuales se caracterizaron en su mayoría por originarse de fuentes provenientes de modelos de herencia postmendeliana, mendeliana (general o específica), de la interpretación y la inferencia, de tal forma que la articulación de los elementos en los argumentos que presentan esta estructura logra evidenciar una diferenciación clara entre modelos y patrones de herencia por parte de los estudiantes.

Este avance se acompañó de la disminución notable del uso de tautologías, las cuales se presentaron en el nivel 1 para el momento inicial y que persisten en este nivel, relacionadas a interrogantes en los cuales se evidencia poca apropiación del modelo de herencia y dificultades en su comprensión por lo que se denotan a estas tautologías como producto de intentos de integrar los conocimientos con los requerimientos del interrogante a partir de una comprensión somera del concepto que deja sin bagaje conceptual y que junto a una limitación en la expresión escrita resultaron en una declaración repetitiva, lo que Sarda y Sanmartí (2000) indican como un desconocimiento del patrón temático y estructural y de sus interrelaciones.

A parte de la disminución en el uso de las tautologías, los argumentos fueron más extensos y el empleo de modelos científicos escolares estuvo acompañado de un incremento en el uso del lenguaje científico; mejoró la redacción, percibiéndose dificultades en la cohesión producto del uso de los conectores ya sea por omisión o por el uso inadecuado lo cual posiblemente dificultó la elaboración de algunos de los argumentos.

8.4 MODELOS EXPLICATIVOS Y NIVELES ARGUMENTATIVOS DE KAREN (ANÁLISIS DE CASO)

8.4.1 Momento Inicial

En este primer momento en cuanto a los modelos explicativos se observa que Karen hace uso del modelo mendeliano representado en su mayoría por el general y en menor por el

específico; notándose en el primero la cooperación de otros modelos como el reproductivo y el cotidiano (ver tabla 7)

Tabla 7 Modelos explicativos usados por la estudiante Karen en el momento inicial.

MODELO	PREGUNTA	INDICADOR	TENDENCIA
Mendeliano general solo o complementado con otros modelos	1	MG12-R17	50
	7	MG12-R SIN INDIC	
	8	MG12-C2	
	2	MG13-PM22	
Mendeliano específico	3, 6	ME 14	25
Reproductivo	4	R 17	12.5
Modelo herencia ausente	5	SM	12.5

Fuente: Elaboración propia.

La participación del modelo mendeliano general y la cooperación de otros modelos en los modelos explicativos de Karen frente a aspectos relacionados a la transmisión de caracteres hereditarios planteados en el instrumento de indagación la podemos ejemplificar en las respuestas de los planteados de interrogantes como

La P1 donde se indaga acerca de la existencia de las diferencias físicas en las mujeres de diversas partes del país, allí la estudiante responde “Creo existen estas diferencias físicas es por que cada una son de diferentes de genéticas lo cual hace que cada uno herede los genotipos y fenotipos distintos, otra parte también la mediosis interfiere.” En el texto se hace referencia a que las diferencias fenotípicas y genotípicas son producto de características genéticas distintas que fueron heredadas dando una respuesta al fenómeno de la herencia desde la visión de origen; también hace uso de términos como fenotipo y genotipo y los reconoce como características heredables lo que particularmente es propio del modelo mendeliano. Una última parte complementa su explicación donde utiliza la palabra meiosis adicionando una acción como es la de interferir haciendo sugerir que en su modelo explicativo identifica a este como parte del proceso de la herencia; esto ocurre de manera similar en la respuesta P7 “es por la genética que hereda el bebe y su mediosis”

Por su parte la P8 plantea un interrogante frente a tener el poder de determinar la presencia y ausencia de rasgos físicos y de enfermedades hereditarias, a esto Karen responde “No estoy de acuerdo con la diseñación de bebés perfectos, ya que a futuro esto afectaría, si todo fueran perfectos se perderían las generaciones y descendencia de nuestras familias, además Dios nos creo diferentes a todos porque tiene distintos propósitos con cada uno y solo el es perfecto no tendría sentido ser las nuevas generaciones perfectas.” En este caso al indicar que se perderían las generaciones y la descendencia, se reconoce la transmisión de características que pasan de progenitores a la descendencia, así como un origen de las características de carácter divino, por lo que se identificaron dos criterios correspondientes el primero a un modelo mendeliano general y el segundo a un modelo cotidiano.

Las respuestas a los interrogantes de las P1, P7 y P8 indicaron uso de un modelo mendeliano general donde el criterio predominante se corresponde con el MG12 donde se hace referencia a que la información hereditaria se pasa de los progenitores a la descendencia, este modelo de manera muy amplia de acuerdo a Cadavid y Giraldo (2018) “considera la herencia desde una visión molecular, donde participan ADN y genes, sin considerar conceptos como dominante y recesivo” (p 56).

Esta explicación caracteriza al papel de los genes en la herencia y su transmisión en la descendencia, y en el caso de Karen se representó en la identificación de características heredables y su expresión genotípica y fenotípica donde en su modelo explicativo no mostró claridad frente al origen de dichas características (antecesores o Dios) y sobre los procesos que discurren durante la transmisión de los caracteres hereditarios, porque aunque hizo alusión en dos de sus respuestas (P1, P7) a la palabra “mediosis” (la cual interpretamos como meiosis), asumiendo la participación de este en el proceso no se mostró claridad en el papel que juega este en la segregación así como en la nominación conceptual de este.

Frente a esto Ayuso (2000) indica “que existen ideas anteriores efecto de la instrucción de otros conocimientos que pueden provocar primeras explicaciones con relación con fenómenos pertenecientes a este ámbito de conocimiento” (p 103). Con base a esto, la

vinculación de la meiosis en su explicación podría estar asociada a temáticas desarrolladas en años anteriores mediante tópicos como reproducción y en especial genética mendeliana cuyos componentes fueron tratados en el periodo académico previo a la intervención didáctica; algo similar es descrito por Cadavid y Giraldo (2018) donde asignan la presencia del modelo reproductivo a contenidos del año anterior aplicados desde el concepto de reproducción vinculando a Caballero (2008) desde el hecho de que algunos fenómenos hereditarios como la distribución genética pueden ser explicados a través de procesos reproductivos como la meiosis haciendo que los estudiantes usen términos asociados a modelos reproductivos.

Lo anterior da indicios de la presencia del término meiosis en su texto, sin embargo, se concuerda con González (2014) en que algunos estudiantes pueden hacer uso de términos como explicación a la herencia, que en su caso se vio representado por el uso de términos como hormonas, gametos o reproducción, planteando la posibilidad de un desconocimiento del significado de los términos o en nuestro caso del rol que se desempeña en la herencia.

El apoyo por parte del modelo cotidiano específicamente a partir del criterio C2 en el cual se hace referencia a que la herencia se transmite por motivos místicos o religiosos; dio cuenta en el caso de Karen, que las diferencias genéticas tienen un origen divino, esta respuesta fue probablemente influenciada por el entorno y las creencias religiosas de la estudiante, lo que coincide con González (2014) cuando indica que estas pueden ser el producto de la influencia cultural y religiosa que han tenido los estudiantes en su vida. Y por Bahos (2018) al indicar que estas explicaciones provenientes de culturas religiosas se comportan como creencias populares.

El segundo modelo usado por la estudiante, es decir el mendeliano específico se ejemplifica en la P6 al realizar la pregunta ¿Por qué a pesar de que sus hermanos y sus padres tienen miopía ella no padece esta enfermedad? la estudiante respondió “Creo que: sofía no padece la enfermedad de miopía ya que en los genes no hereda la enfermedad y en sus genotipos y fenotipos sea recesiva.” Al igual que en el modelo mendeliano general descrito

anteriormente, Karen reconoció a los genes como portadores de la herencia e hizo uso de los términos genotipo y fenotipo, pero en esta situación identificó la ausencia de la expresión del carácter de la miopía a partir de su recesividad; algo similar, pero esta vez ubicando características dominantes como determinantes de una condición, ocurrió en la respuesta P3 cuando se le pregunta frente a la posibilidad de presentarse una condición de hipertriosis auricular, afirmando “Si, Por que se puede identificar que la abuela presenta la enfermedad de hipertriosis y el tio de Sandra heredo la enfermedad de su madre lo cual se podría decir la enfermedad es dominante en ellos esto nos lleva a ver que hay probabilidades de que Sandra también herede esta enfermedad, dependiendo también que genotipos posea Sandra”

Las respuestas que hicieron uso de este modelo explicativo se ubicaron en el criterio ME14, el cual indica la existencia de características que están determinadas por genes dominantes y recesivos; lo que las incluye en el modelo explicativo mendeliano específico, el cual según Cadavid y Giraldo (2018) tiene como precursor a Mendel y entre sus características que “los alelos pueden ser dominantes o recesivos y que cada gameto posee una copia de alguno de los dos alelos” (p 53).

Respuestas similares asociadas a dominancia y recesividad son descritas por Cardona (2008) quien las incluye dentro del modelo de herencia dominante-recesiva de Mendel, el cual es un modelo que emergió luego de que fueron postulados los principios de Mendel como la segregación y la distribución independiente. Por González (2014) quien ubica sus respuestas en este modelo mendeliano a partir de su correspondencia con una herencia dada entre generaciones, mediada por genes que identifican como dominantes, explicitando la expresión de alguna característica físicas. Por Amaya y Pinzón (2017) y Bahos (2018) quienes en sus respuestas hallan la presencia de estas condiciones, así como del uso de los términos de gen, genotipo, fenotipo.

La condición de dominancia y recesividad expuestas por Karen en sus respuestas, así como el uso de términos como gen, genotipo y fenotipos, son propios de este modelo, que marcaron los resultados de Gregor Mendel en sus experimentos de hibridación con plantas,

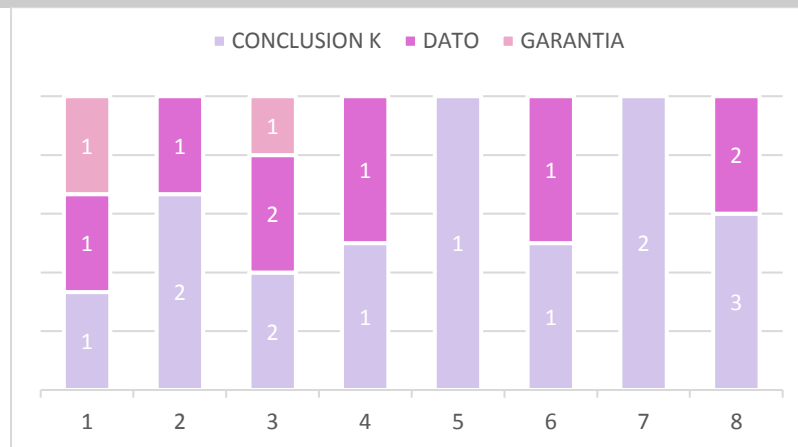
donde recordemos analizo el comportamiento para siete características que le permitieron luego de sus cruzamientos observar entre otros, que los rasgos no son los que se transmiten, sino que hay factores (genes) que influyen en la aparición de estos, presentándose por pares en una condición de dominante sobre otro, al que denomino recesivo.

En cuanto a los modelos explicativos empleados por Karen en este primer momento podemos indicar que la presencia del modelo mendeliano (general y específico) se evidenció principalmente a partir del reconocimiento de características que son transmitidas de una generación a otra, en la expresión genotípica y fenotípica de dichas características, el rol del gen como portador de información, y en menor proporción de las condiciones de dominancia y recesividad.

También es evidente el apoyo de otros modelos que complementan sus respuestas, producto de conocimientos previos o de acuerdo a Mora (2002) ideas anteriores que se han convertido en obstáculos que frenan la construcción de conceptos. los cuales posiblemente se originaron desde el ámbito escolar y desde el entorno familiar, donde la estudiante nombró en sus modelos explicativos términos que han sido empleados en temáticas anteriores, desconociendo los procesos intrínsecos en estos, ocasionando una distorsión en la comprensión en el proceso de la transmisión de los caracteres hereditarios; esto pudo haberse generado según Pozo y Gómez (1998) por presentaciones simplificadas de los conceptos que ocasionaron comprensiones desviadas que hicieron manifestar en la estudiante una información recibida previamente.

En cuanto a los niveles argumentativos, Karen se encontraba en el nivel 1 (Erduran et al. 2004), ya que los componentes de sus argumentos estaban representados principalmente por una conclusión o conclusión y datos que apoyan la conclusión, como se muestra en la figura 8 y se ejemplifica a partir de las respuestas a las preguntas P4 y P5.

Figura 8. Estructura argumentativa en instrumento de indagación inicial estudiante Karen



Fuente: Elaboración propia.

La pregunta problematizadora P4, indaga sobre la duda que le surge a una abuela sobre la presencia de flores machadas de color amarillo - rojo en su jardín, ya que solo ha sembrado flores rojas y amarillas; y la pregunta P5, que busca indagar sobre el por qué la Hemofilia se presenta con mayor frecuencia en los hombres; a lo que la estudiante responde respectivamente: *“Creo que se presenta esta coloración en las plantas del jardín de la abuela de Santiago es un intercambio de polen (C) que fue extraído por una abeja de una flor roja y fue cruzada a una amarilla (D)”* y *“Creo que la hemofilia afecta mas a los hombres ya que es una enfermedad que afecta el desarrollo genético de los hombres en el mundo (C)”*.

La estudiante en su respuesta a la pregunta P4, concluyó que la presencia de manchas rojas y amarillas en las flores eran producto del *“intercambio de polen”* para lo cual se apoyó en un suceso reproductivo que respaldó con los datos aportados donde emplea el proceso de polinización, mostrando una comprensión del fenómeno sin hacer uso del lenguaje científico escolar, ya que utilizó elementos observados en su entorno junto a otros de índole conceptual, adquiridos posiblemente en el ámbito escolar que pudieron estar influenciado su respuesta (Pozo y Gómez, 1998). Sin embargo, su respuesta no se ajusta al concepto

indagado en el interrogante que corresponde a la codominancia ya que este concepto no ha sido abordado aún.

Respecto a la respuesta de la P5, la estudiante evidenció un lenguaje tautológico, ya que tomó elementos del enunciado para elaborar su respuesta (Sarda y Sanmartí, 2000), proporcionando únicamente una conclusión que no dio cuenta de elementos conceptuales que muestren conocimiento científico escolar frente a este interrogante ni modelos de herencia relacionados.

8.4.2 Momento Final

En cuanto a los modelos explicativos se observó la migración hacia el modelo postmendeliano en la mayoría de las respuestas, con una pequeña representación del modelo mendeliano específico y la aparición de elementos conceptuales relacionados con aspectos moleculares de la herencia. (ver tabla 8)

Tabla 8. Modelos explicativos usados por la estudiante Karen en el momento final

MODELO	PREGUNTA	INDICADOR	TENDENCIA
POSTMENDELIANO	1	PM 24	75
	4	PM 21	
	2	PM 22	
	3,5	PM 23	
	6	PM25	
Mendeliano específico	7	ME 15 ME16	12.5
Molecular	8	M1	12.5

Fuente: Elaboración propia.

El modelo postmendeliano usado por Karen como modelo explicativo frente a los interrogantes relacionados a la transmisión de caracteres hereditarios se puede ejemplificar en las respuestas de las preguntas P2 y P5

La P2 en la cual se plantea “Colorea las crías resultantes de acuerdo al patrón de color que creas heredarás de sus padres. ¿Qué patrón de color usaste para colorear las crías? ¿Por qué crees que las crías tendrán ese patrón de color? La estudiante respondió “gris Las crías

tendrán este patrón porque son porque al cruzarlos nos dan unas crías 100% grises esto ocurre porque los padres tienen unos alelos dominantes incompleto esto quiere decir que los homocigotos dominantes se expresan a la vez y nos dan un nuevo genotipo”.

En este interrogante se observó el uso de aspectos del modelo postmendeliano representados en el indicador PM22 para el cual dos alelos para una característica que se expresan de manera intermedia. Su explicación indica aspectos como la expresión simultánea de homocigotos dominantes proveniente de padres con alelos dominantes, así como la representación de un color intermedio como lo es el gris, que representa la expresión fenotípica de dichos alelos, que la ubicaron en una explicación de un tipo de herencia de dominancia incompleta, la cual de acuerdo a Griffiths, Miller, Suzuki, Lewontin y Gelbart (2002) “describe una situación en la que el fenotipo de un heterocigoto es intermedio entre el de ambos homocigotos”(p 110).

Otro ejemplo lo encontramos en la P5 donde a partir de una infografía se indaga frente a la incidencia de la hemofilia en hombres y mujeres, a lo cual la estudiante explicó que “La hemofilia se expresa 98% en los hombres y un 2% en las mujeres esto ocurre porque la hemofilia en el cromosoma x es recesiva los hombres son los perjudicados porque ellos solo poseen un cromosoma x lo cual no tiene la oportunidad de contrarrestar con otro que domine el cual depende del cromosoma x”

En su respuesta, Karen indica aspectos como la presencia de la hemofilia en el cromosoma X, de igual forma le confiere un carácter recesivo y por último hace alusión a una forma de expresión de la característica, todo esto nos permitió ubicarla en el criterio PM 23 en el que una condición hereditaria está determinada por genes localizados en el cromosoma X o en el cromosoma Y en condición dominante o recesiva; esta descripción que hace parte de un modelo postmendeliano comprende según Griffiths et al., (2002) a genes que se encuentran en regiones diferenciales de los cromosomas sexuales X y Y y que muestran patrones de herencia relacionados al sexo mostrando descendencias masculinas y femeninas con diferentes proporciones fenotípicas.

La descripción de Karen sobre la hemofilia aparte de incluirse en un modelo postmendeliano hizo referencia a características propias de una herencia ligada al cromosoma X de carácter recesivo que según Griffiths et al., (2002) se caracteriza por la mutación de un gen que determina una proteína de la coagulación y que se hereda como un carácter recesivo presente en el cromosoma X con una prevalencia fenotípica en varones.

Un aporte importante en el texto de Karen correspondió a que “ellos solo poseen un cromosoma x lo cual no tiene la oportunidad de contrarrestar con otro que domine” ya que mostró el mecanismo de expresión de la enfermedad en varones, ya que en este tipo de herencia recesiva la expresión fenotípica se produce cuando se presentan dos alelos recesivos, sin embargo en el caso de los hombres la presencia de un único cromosoma X que contenga el alelo mutado es suficiente para manifestar la enfermedad, lo contrario ocurre en las mujeres quienes para expresar la enfermedad debe contener los alelos afectados en los dos cromosomas lo cual tiene menor probabilidad.

En este momento final hay presencia también del modelo mendeliano específico representado en la respuesta del interrogante P7 cuyo contexto buscó indagar acerca del vínculo sanguíneo entre un padre tipo de sangre es B, madre A e hijo O.

Frente a esto Karen indicó que “El bebe es hijo de ellos porque al realizar un cuadro de punnet obtenemos que el 25% es de tipo O es ocurre por que la madre es A heterocigota y el padre es B heterocigoto esto pertenece al grupo sanguíneo, a menos que sean alelos multiples” esto permitió ubicar los criterios ME15 y el ME16, que indican según Cadavid y Giraldo (2018) que “Una característica está determinada por dos copias (alelos), cada una aportada por un progenitor y que existen características que no se manifiestan en la F1, pero si en la generación F2” (p 53).

Tales criterios se corresponden al modelo mendeliano específico, ya que en su respuesta describió una distribución de la herencia a partir de probabilidades y en particular determinó una expresión fenotípica desde la inferencia de dos genotipos paternos con

carácter heterocigótico correspondiendo con un patrón de segregación. El principio de segregación fue descrito a partir de experimentos realizados por Mendel y en este “propone la separación de los factores apareados durante la formación de los gametos, donde cada gameto recibe uno u otro factor durante su formación. Los organismos portan dos factores (alelos) por cada carácter” (Cardona, 2008, p. 53).

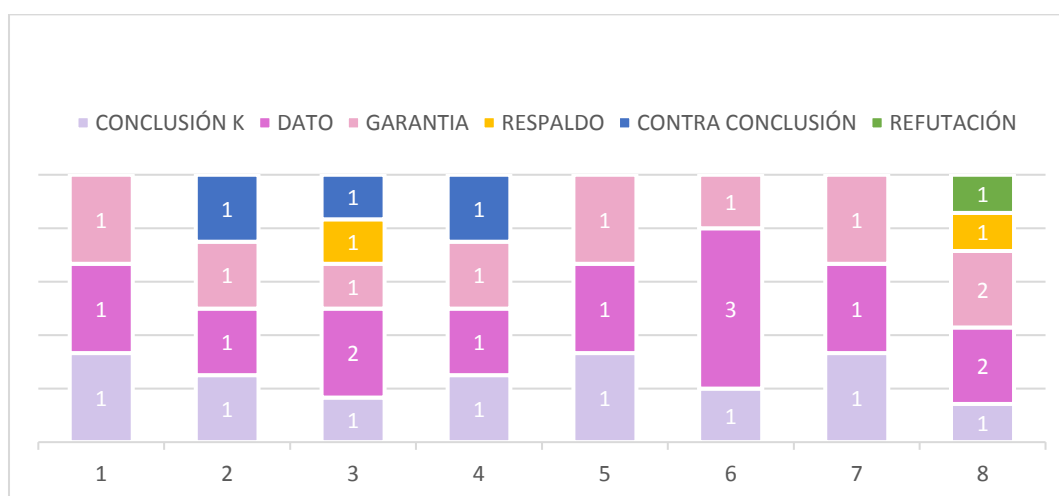
En el texto se observó apropiación del modelo mendeliano específico a partir de la identificación de dos criterios en este modelo (ME15 y ME16), además del uso de cuadro de probabilidad de Punnett donde describió la segregación de los alelos, sin embargo, no reconoció interacciones alélicas en los grupos sanguíneos lo cual se evidenció en su respuesta “*a menos que sean alelos múltiples*”, donde la estudiante asumió esta interacción como una excepción a su planteamiento, por lo que no se observó tránsito hacia un modelo postmendeliano en este patrón de herencia que permitiera a la estudiante pasar de explicar los fenómenos de la herencia sanguínea desde la probabilidad y la segregación a las interacciones alélicas que se presentan durante la transmisión y expresión de estos. Es posible que el alcance de su explicación fuese influenciado por la conveniencia que la postura del modelo mendeliano le ofreció, ya que de acuerdo a Ayuso (2000) los estudiantes se resisten a nuevos conocimientos cuando se sienten cómodos con sus explicaciones.

Los modelos explicativos empleados por Karen en el momento final luego de la intervención didáctica mostraron una transición desde modelos iniciales representados en el modelo mendeliano general y su cooperación con otros, hacia explicaciones dentro del ámbito postmendeliano que se manifestaron desde diferentes patrones de herencia e interacciones alélicas y génicas que en su mayoría se corresponden con cada interrogante tales como poligénica, herencia ligada al cromosoma X y Y, codominancia y dominancia intermedia, sin embargo, en algunas de sus respuestas incluyó expresiones que pueden mostrar algunas confusiones de tipo conceptual al interior de estas, como por ejemplo la P2 donde indica “la expresión simultánea de homocigotos dominantes” refiriéndose a la herencia intermedia, lo cual coincide más con una descripción de codominancia, no obstante su representación gráfica y su descripción se corresponde a la herencia intermedia.

Algo similar ocurre en la P1 donde al explicar acerca de las diferencias físicas entre mujeres de diferentes sitios del país, afirmó que “Estas diferencias físicas existen porque sus genotipos y fenotipos se expresan de diferentes formas, esto ocurre en las adaptaciones del hábitad donde viva esto está ligado a la poligenia en la cual se pueden mostrar degradaciones de diferentes características” situándose desde la poligénia para explicar dichas diferencias, sin embargo asignó un rol a la adaptación del hábitat implicando el uso de otro modelo como el de herencia de caracteres adquiridos, sin embargo su descripción se acerca a la poligénia indicando la participación de varios genes en la expresión de una característica que se manifiesta en gradaciones y que además es influenciada por algunos factores ambientales. Producto de esto, se admitió un cambio en sus modelos explicativos iniciales marcado por la transición hacia el modelo postmendeliano donde se observaron elementos conceptuales propios de este, el empleo en su mayoría de patrones e interacciones alélicas y génicas correspondiente con cada interrogante y algunas expresiones que, aunque denotaron fallas de índole conceptual no impidieron la ubicación en el modelo ya que no cambiaron la intención del texto en sus explicaciones.

Para la estudiante luego de la intervención didáctica los elementos en su estructura argumentativa variaron de tal forma que el 87.5 % de sus respuestas se encontraron en el nivel 2 y el restante en el nivel 3 de acuerdo a la escala de Erduran et al. (2004). Encontrándose componentes en el nivel 2, como se aprecia en la figura 9.

Figura 9. Estructura argumentativa en instrumento de indagación final estudiante Karen.



Fuente: Elaboración propia.

Dicha estructura del nivel 2, se puede ejemplificar a través de los interrogantes P7 y P3 donde en el primero recordemos párrafos atrás, se buscó indagar acerca del vínculo sanguíneo entre un padre tipo de sangre es B, madre A e hijo O y en el segundo en una condición de hipertrichosis se averiguó frente a la posibilidad de que una mujer de la familia pueda presentar esta condición, a lo que la estudiante respondió:

En la P7, “El bebe es hijo de ellos (C) porque al realizar un cuadro de punnet obtenemos que el 25% es de tipo O (D) es ocurre por que la madre es a heterocigota y el padre es B heterocigoto (G) esto pertenece al grupo sanguíneo” en estas declaraciones se observa una conclusión que es apoyada por datos provenientes de un esquema de probabilidad y una razón que es propuesta por la estudiante, de tal manera que efectivamente permite la conexión entre los datos y la conclusión, ya que es precisamente la relación entre heterocigotos quien evidenciará la presencia del grupo sanguíneo O; todo esto ubicó el argumento de la estudiante en un modelo de herencia mendeliano específico al relacionar los parentales o F1 y los fenotipos expresados en la F2 y sus interacciones de dominancia y recesividad.

En la P3, *“Sandra no puede presentar esta enfermedad (C) porque la descendencia de la hipetricosia auditiva viene del abuelo (D) lo cual los varones la heredan (G) ya que esta enfermedad solo la expresan los hombres (G) porque es una herencia ligada al sexo que depende del cromosoma Y (R), a menos que dependiera del cromosoma X (CO)”*, se presenta en este texto una conclusión que es apoyada por un dato, que a diferencia del anterior interrogante proviene del enunciado; junto a este se hallan dos garantías una que lo relaciona a la herencia en varones (genotipo) y otra a la expresión (Fenotipo), que se vinculan al dato y que son respaldadas al nombrar un patrón de herencia que envuelve las características involucradas tanto en los datos como en las garantías, por último, hace uso en su declaración de una contra conclusión que se plantea desde una restricción a esta condición.

Se presentó un interrogante en el nivel 3 Erduran et al. (2004), el cual se encontró relacionado a la P8 donde a partir de un afiche publicitario se indagó frente a poder determinar la presencia y ausencia de rasgos físicos y de enfermedades hereditarias, a lo que Karen señaló que:

“Estoy de acuerdo con la modificación de genes ya que reactiva y desactiva enfermedades hereditarias esta comprobado científicamente, en china y en estado unidos han practicado experimentos en laboratorios en los cuales sean tratado diversos temas (C), esto ocurre en el ADN el cq es el que busca la secuencia de la enfermedad y al ubicarla la retira (G) esto fue inspirado por emannuel y Jhenifer en el 2007 y fue creado por Mojica (R), a menos que en la modificación de genotipos se utilizara para crear niños con mentalidades superiores y físicas estaría en desacuerdo (RE) , como podemos ver el caso de las niñas gemelas las cuales el científico chino quien las tomo como experimento el cual quería que el cq eliminara al CCR5 para protegerlas del virus del VIH, el cual al cortar afectaría otras organismo, hay mas probabilidades de que sean propensas a infecciones como virus de gripa y estas niñas quedaron una sin el virus y la otra solo elimino uno y el otro no (D), esta niñas van a estar afectadas en sus generaciones (G) y el científico se desaparecio por irresponsable.”

En este argumento la estudiante tiene una estructura en la que hizo uso inicialmente de elementos como conclusión, garantías y respaldo que apoyan a la conclusión; seguido de esto presentó una refutación, datos y garantía que la sustentan, permitiendo su ubicación en este nivel. La garantía se remite específicamente a una técnica de edición genética, en la cual la estudiante proporciona un respaldo por expertos; Además presentó en su refutación una postura desde un modelo de herencia científico escolar sustentado desde datos provenientes de un ejemplo de caso la cual acompañó con una última garantía donde se evidenció una declaración que también incluyen un modelo de herencia.

Se observó en este nivel una mayor extensión en el texto, uso de lenguaje científico y elementos conceptuales de modelos de herencia molecular y mendeliano además de conceptos asociados a aspectos de índole ético y tecnológico, que junto a temáticas socio científicas involucradas en actividades en la unidad didáctica de manera individual y grupal posiblemente facilitaron la elaboración de este argumento, teniendo en cuenta que el modelo de herencia molecular fue tratado indirectamente solo a través de dichas actividades, coincidiendo lo anterior con lo expresado por Rudas (2019), donde indica que las controversias socio científicas son contextos que favorecen el desarrollo de los niveles argumentativos, permitiendo la contextualización de los contenidos la motivación e interés de los estudiantes.

Es entonces que en el momento final sus argumentos no presentaron un lenguaje tautológico, son más extensos, se acompañaron de un lenguaje relacionado a los modelos científicos escolares que integran elementos conceptuales, en especial los relacionados a la herencia mendeliana y postmendeliana; pudo asociar datos provenientes de fuentes externas (enunciados, textos, vivencias etc.) o formulados a partir de cuadros de probabilidad e interpretación de imágenes, de igual forma vinculó fenómenos relacionados a la herencia que apoyaron sus datos dando cuenta de una comprensión de estos, hasta el punto que en algunos de ellos le fue posible proponer excepciones que indicaron una diferenciación clara entre patrones de herencia.

8.5 MODELOS EXPLICATIVOS Y NIVELES ARGUMENTATIVOS DE LINA (ANÁLISIS DE CASO)

8.5.1 Momento Inicial

Los modelos explicativos de Lina en este primer momento como se observa en la tabla 9, fueron representados en un 75% por el modelo mendeliano, los cuales en el caso del modelo específico (50%) los visualizaremos desde interrogantes como la P5, P6 y P7

Tabla 9. Modelos explicativos usados por la estudiante Lina en el momento inicial.

MODELO	PREGUNTA	INDICADOR	TENDENCIA
Mendeliano general	1,8	MG13	25
Mendeliano específico	2,5,6	ME 14	50
	7	ME16	
Reproductivo	4	R 18	12.5
Cotidiano	3	C3	12.5

Fuente: Elaboración propia.

En el primero, la P5 recordemos se buscó explicaciones frente a la prevalencia de la hemofilia en hombres, a lo cual la estudiante respondió “Son caracteres que no afectan mucho a las mujeres por otras características que si dominan en ellas pero en los hombres no, al igual que en el sangrado menstrual o los aparatos reproductivos solo se presentan en mujeres pero pocas veces si lo hacen”, en esta la estudiante dió valor a características dominantes presentes en las mujeres que infieren en la expresión de la hemofilia en las mujeres.

En el segundo, el P6 se indagó acerca de la ausencia de miopía en una integrante de una familia cuyos padres y hermanos padecen la enfermedad. A esto la estudiante explicó que es “Por que es una enfermedad de carácter hereditario, talvez se puede heredar dependiendo de si hay un carácter menos fuerte que no se pudo presentar en el de la familia ya que esta no domina mas sin embargo si se presenta pocas veces” en esta, indicó que es una enfermedad hereditaria y le confirió la ausencia de la miopía a un carácter recesivo que no se presenta en el resto de la familia pero que se puede manifestar.

Algo similar se observó en el P7 donde al preguntarse acerca de la relación de parentesco entre un hijo grupo sanguíneo O, padre B, madre A, Lina planteó que esto ocurre “Porque el solo presento ese tipo de sangre ya que en cada una de nuestras células se guarda mucha información unas se manifiestan y otras no, pero quedan como información genética para las próximas generaciones ej: el padre tenia dos características de sangre B >> O pero solo se precento en su hijo físicamente ya que al no ser utilizada se guarda.” El anterior texto hace uso de expresiones que dan cuenta de la identificación de caracteres B y O, su presencia en un mismo individuo, la expresión fenotípica de cada uno de estos en las dos generaciones (padre en hijo) y la conservación de la información.

En las anteriores respuestas se ubicaron los criterios ME14 y ME16, respectivamente, los cuales según Cadavid y Giraldo (2018) describen que “existen características que son determinadas por genes recesivos y dominantes y que no se manifiestan en la F1, pero si en la generación F2” (p 53). Estos criterios muestran importantes eventos referentes a los principios de la genética mendeliana, por lo que en las explicaciones de Lina se observó el reconocimiento de características dominantes y recesivas, de igual forma indicó la expresión fenotípica de características dominantes y la discreta de las recesivas especificando su manifestación fenotípica en la siguiente generación; lo que coincide con algunas conclusiones de Mendel respecto a la dominancia y la recesividad en la que expresa que:

“estos caracteres que son transmitidos por completo o casi inalterados en la hibridación y que por tanto constituyen los caracteres de los híbridos, son llamados los dominantes, y aquellos que se vuelven latentes en el proceso recesivos. La expresión “recesivo” ha sido elegida porque los caracteres así designados se retiran o desaparecen por completo en los híbridos, pero sin embargo reaparecen inalterados en su progenie”.

(Mendel, 1865, traducción Gómez p. 4)

Por otro lado, la representación del modelo mendeliano general se ejemplifica en la

respuesta de la P8 cuando al indagar a partir de un afiche publicitario la posición frente a poder determinar la presencia y ausencia de rasgos físicos y de enfermedades hereditarias, la estudiante respondió “Sí, porque se supone que la bebe no tendrían enfermedades hereditarias o problemas futuros. No, mi punto personal me parece una técnica antinatural ya que también se modifican aspectos físicos” acá la estudiante señaló que una modificación genética influye en la expresión de las enfermedades hereditarias y en aspectos físicos por lo que le confirió poder a los genes en la expresión de los caracteres, lo que permitió ubicar su respuesta en el criterio MG13 en el cual “Las características son el resultado de la expresión de los genes” (Cadavid y Giraldo, 2018, p 53).

Lo que de igual forma se observó en la respuesta de la P1 (contextualizada en párrafos anteriores) en la cual afirmó que las diferencias físicas entre las candidatas se presentan por “Por la variación genética que hay en cada uno de nuestros antepasados dejaron, unas se manifiestan pero otras no, por eso somos diferentes a pesar de ser hermanos venidos de las mismas personas, ya que hay características que se presentan y otra no físicamente” donde se observó que la estudiante identificó características genéticas provenientes de antepasados, las cuales se pueden o no expresar fenotípicamente.

En este momento inicial, en los modelos explicativos de Lina se pudo constatar el empleo del modelo mendeliano específico y general en la mayoría de sus respuestas representados en los indicadores ME14, ME16 y MG13, los cuales se mostraron a partir de distinguir la influencia de los genes para la expresión de características y en la identificación de características dominantes, recesivas, así como en el carácter discreto de estas últimas donde se pueden manifestar o no fenotípicamente permaneciendo de una generación a otra, lo que concuerda con Cadavid y Giraldo (2018) para quienes el modelo mendeliano específico se evidencia en respuestas que contengan relaciones de dominancia y recesividad considerando características que no se expresan en la filial 1 pero sí en la filial

En la respuesta P5 asociada a la hemofilia la estudiante denotó la existencia de características dominantes propias de las mujeres y los hombres, lo cual podría ser

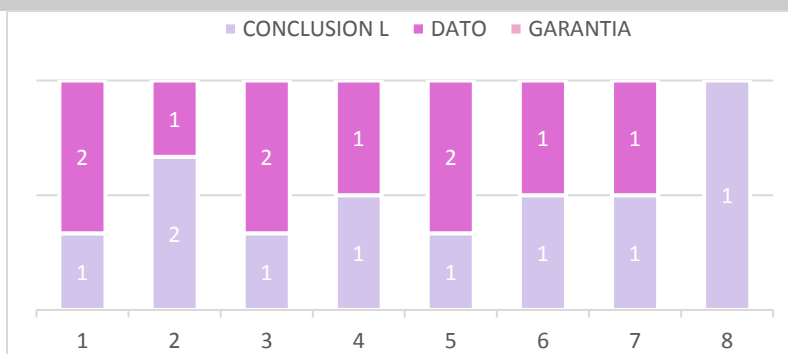
indicativo de una herencia ligada al sexo, sin embargo, no explicitó aspectos relacionados a este patrón de herencia, por lo que es necesario considerar que esta respuesta pudo estar influenciada por observaciones en su entorno frente a la diferenciación sexual; lo cual se identificó con lo que Pozo y Gómez (1998) describe como una percepción de origen sensorial que intenta dar significado a actividades de su cotidianidad.

En la respuesta P7 referente a los grupos sanguíneos, al mencionarse “*ya que en cada una de nuestras células se guarda mucha información*” no se reconoció la ubicación de la información genética en estructuras específicas de la célula; lo cual pudo tener un origen en lo que Pozo y Gómez (1998) indica como aprendizajes escolares que tienen como punto de partida las enseñanzas recibidas, los libros de texto o dificultades didácticas. Respuestas similares fueron observadas por Bahos (2018) en el que hay una localización global de la información genética en la célula y por González (2014) donde no se identifica la molécula portadora de la herencia ni su ubicación concluyendo que es probable que los estudiantes no hayan tenido aprendizajes en profundidad frente a la molécula portadora de la herencia.

Junto a lo anterior, también se observó que a pesar de encontrarse en un modelo mendeliano específico no hizo uso de términos relacionados a la genética mendeliana actual como lo pueden ser alelos, homocigotos, heterocigotos, fenotipo, genotipo, entre otros que dan cuenta de un lenguaje científico propio de este modelo, por lo que se consideró que la estudiante se encuentra en un movimiento del mendeliano general al específico donde ha logrado comprender el mecanismo de la expresión sin embargo no logró usar un lenguaje que complementa sus explicaciones acercándola a explicaciones más científicas escolares; lo cual es una de las dificultades que presentan los estudiantes en el aprendizaje de la genética ya que usan un lenguaje cotidiano en la explicación de fenómenos hereditarios impidiendo el manejo del lenguaje científico (Cadavid y Giraldo, 2018).

En cuanto al nivel argumentativo, las respuestas de Lina en el instrumento inicial mostraron una prevalencia del nivel uno, ya que constan de conclusiones y datos (ver figura 10) como se ejemplifica a continuación con las preguntas P3 y P8.

Figura 10. Estructura argumentativa en instrumento de indagación inicial, estudiante Lina.



Fuente: Elaboración Propia.

En la P3 se indagó sobre la preocupación que presenta una modelo respecto a si puede heredar una condición conocida como hipertriosis, la cual se caracteriza por la presencia de vello en el pabellón auricular, a lo que Lina respondió: “No creo *Creo que son factores que solo heredan los hombres* (C) según mi punto de vista, además *en el texto nunca se menciona aver presentado esta enfermedad en alguna mujer solo en hombres* (D), no tendría de que preocuparse”. En el argumento la estudiante aportó datos que apoyan su conclusión, y aunque presentó errores de ortografía e hizo uso limitado de conectores, es claro que, a pesar de manejar un lenguaje común, estructuró su respuesta a partir de la inferencia que hizo del texto.

En cuanto a la P8 donde a partir de un afiche publicitario de una película se preguntó sobre si se está de acuerdo con la posibilidad de modificar los rasgos físicos, así como las enfermedades hereditarias en las personas, la estudiante respondió: “*Si, porque se supone que la bebe no tendrían enfermedades ereditarias o problemas futuros* (C). *No, mi punto personal me parece una técnica antinatural* (C) ya que *también se modifican aspectos físicos*” (D). Lina planteó en sus declaraciones dos conclusiones, que mostraron dos posturas opuestas respecto a la pregunta y datos que no apoyaron sus conclusiones; y a pesar de que hizo uso de lenguaje común se reconocieron elementos conceptuales ubicaron su respuesta en un modelo de herencia mendeliana general.

En este primer momento se observaron argumentos con pocos componentes que se representan en el nivel uno (Erduran et al 2004), los cuales podían o no relacionarse entre sí, pero que presentaron un acercamiento a un modelo explicativo, aunque no contarán con elementos conceptuales propios de este. Posiblemente porque no contaba con el vocabulario suficiente o elementos conceptuales que le permitieran expresar mejor sus ideas y hacer uso de lenguaje científico escolar (Sarda y Sanmartí, 2000).

8.5.2 Momento Final

Para el momento final los modelos explicativos de la estudiante usados para resolver los interrogantes planteados en el instrumento de indagación se ubicaron la mitad en el modelo postmendeliano (ver tabla 10) y el restante en el modelo mendeliano general y específico con la aparición de un modelo molecular representado para una de las respuestas.

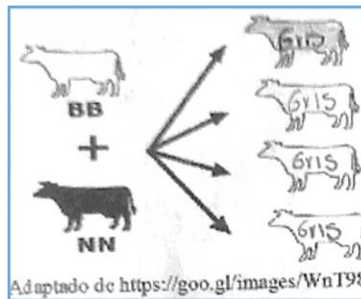
Tabla 10. Modelos explicativos usados por la estudiante Lina en el momento final.

MODELO L	PREGUNTA	INDICADOR	TENDENCIA
Postmendeliano	4	PM 21	
	2	PM 22	50
	3,5	PM 23	
Mendeliano específico	6,7	ME 14, ME15	25
Mendeliano General	1	MG13	12.5
Molecular	8	M1	12.5

Fuente: Elaboración propia.

Iniciaremos analizando el modelo postmendeliano el cual se puede ejemplificar través del interrogante P2, donde en una imagen se debía colorear las crías resultantes de acuerdo al color o patrón que se considere heredarían, así como explicar el porqué de su respuesta; en su texto ella indicó que el patrón que usaría es “convinar los colores (ver figura 11)”

Figura 11. Respuesta Lina frente a interrogante P2



Fuente: Instrumento de indagación final estudiante Lina

Respecto al por qué afirmó que “El color gris es un alelo intermedio de color blanco y negro se combinan ya que ambos son dominantes, dominancia incompleta la cual sin importar los alelos estos se van a combinar por ser los dos dominantes, para dar origen a otro, sin dejar perder la información original la cual se presenta despues, seria diferente si el blanco fuera recesivo ya que aunque el negro domine siempre en este caso el blanco no se vera sino hasta la f2” en esta la estudiante identificó el color gris como producto de los dos alelos dominantes cuya interacción se produce de manera incompleta, donde en este nuevo fenotipo, ella aclaró no se pierde la información sino que se puede expresar nuevamente, lo que permitió ubicar su explicación en el criterio PM22 para el cual dos alelos para una característica se expresan de manera intermedia.

Es importante que en la respuesta se identificó la dominancia de los dos alelos, así como el uso de una representación gráfica donde se denotó la interacción de dichos alelos apoyada desde una descripción que coincide de manera global con cruces realizados por Batesson y Punnet hacia 1906 en la especie de la planta boca de dragón, en las cuales a partir de progenitores homocigóticos de flores rojas y blancas se produjeron en la f1 flores rosadas heterocigóticas, es decir un fenotipo intermedio al de lo homocigotos, en las que luego de la autopolinización reaparecer las formas rojas, blancas y rosadas formalizando a los alelos como unidades discretas e inalteradas (Curtis et al., 2008).

También es representativo en la respuesta el ejemplo que Lina plantea “*seria diferente si el blanco fuera recesivo ya que aunque el negro domine siempre en este caso el blanco no se vera sino hasta la f2*” ya que mostró una diferenciación clara entre los dos patrones de herencia como el de herencia incompleta y el de dominancia completa o mendeliano lo cual permitió evidenciar la comprensión del mecanismo de transmisión de caracteres hereditarios en estos dos patrones de herencia.

Otro ejemplo se aprecia en el P3 donde se interrogó frente la posibilidad de presentarse hipertrichosis en una joven modelo miembro de una familia en la que esta condición se ha presentado en sus tíos y su abuelo materno, a lo que respondió “No, por que según lo que dice Sandra solo ha observado en los hombres de la familia, solo lo pueden heredar los hombres, por que la enfermedad se da en el cromosoma especifico que las mujeres no poseen, herencia del sexo ligada con Y se presenta en el cromosoma Y el cual solo poseen los hombres, las condiciones de heredacion cambiarian si estuviera ligado con el cromosoma X”.

Tal explicación se encontró en el ámbito de la herencia ligada al cromosoma Y, siendo acorde al criterio PM 23 donde la condición hereditaria determinada por genes localizados en el cromosoma X o en el cromosoma Y en condición dominante o recesiva; de acuerdo con Pierce (2010) este patrón de herencia presenta rasgos únicos ya que toda la descendencia masculina de un macho afectado expresara el fenotipo del padre heredándose desde el lado paterno ya que solo estos poseen el cromosoma Y. lo que concuerda con la respuesta de Lina cuando logra distinguir la presencia de la condición en hombres de la familia, asumiendo un patrón de herencia limitado al sexo masculino e indicando la presencia de dicha condición en el cromosoma Y.

También se observó al igual que el ejemplo anterior cuando expresa que “*las condiciones de heredacion cambiarian si estuviera ligado con el cromosoma X*” una comparación frente a otro patrón de herencia, en este caso frente a la herencia ligada al cromosoma X lo que podría inferir que identifica diferencias entre estos dos patrones.

Un último ejemplo dentro de este modelo postmendeliano corresponde al P4 donde en una situación ilustrada a través de una fotografía y planteada en un huerto de Achira de flores rojas y amarillas, se interrogó frente a la ocurrencia de flores manchadas con estos dos colores, a lo que Lina respondió que es “por la combinación de colores que se da en dos flores, cuando las plantas se cruzan y dan origen a la nueva variedad, Codominancia en este se presentan dos alelos dominantes; no son predominantes entre ellos lo cual hace que ambos colores se expresen sería diferente si el rojo predominara sobre el amarillo”.

Esta explicación se ubicó en el criterio PM21 donde de acuerdo a Cadavid y Giraldo (2018) “Dos alelos se pueden expresar a la vez de manera independiente en un mismo gen” (p 53). ya que se presenta a la codominancia indicando la relación de dominancia entre dos alelos cuya manifestación resulta en la expresión de ambos colores, lo que es afín con lo descrito por Curtis et al., (2008) en la que los individuos heterocigóticos expresan ambos alelos, es decir los dos fenotipos homocigóticos simultáneamente. No obstante, no hay claridad frente a la expresión “dar origen a una nueva variedad” ya que pareciera no reconocer el carácter discreto de los alelos y su aparición en las próximas generaciones en este tipo de interacción alélica.

El segundo modelo se representó en el modelo mendeliano específico que expondremos a través de la P6 en el que se indagó acerca de la ausencia de miopía en una integrante de una familia cuyos padres y hermanos padecen esta condición. En su respuesta Lina expuso que esto ocurre “Por lo diferentes cruces. Dependiendo si los padres hetero o dominante, al cruzar dos heterocigotos se obtiene una probabilidad del 25% para un hijo totalmente sano, se presenta o no dependiendo de su dominancia, puede ser dominante o recesivo, no se obtendría ese resultado si uno de los padres fuera dominante” también presentó la siguiente representación gráfica en su respuesta (ver figura 12)

Figura 12. Respuesta Lina frente a interrogante P6

la miopia siempre es dominante o heterocigoto	6)	H	H
	h	Hh	Hh
	h	Hh	hh

m: miopia
 25% sin miopia
 75% con miopia

Fuente: Instrumento de indagación final estudiante Lina

En esta explicación asumió a la Miopía desde una relación de dominancia identificando su ausencia en condición de recesividad, donde estableció que la forma de obtener dicho fenotipo es partir del cruce de heterocigotos, el cual graficó en una representación de probabilidad tipo Punnet, todo esto permitió localizar su texto en el criterio ME14 y ME15 el cual según Cadavid y Giraldo (2018) “Existen características determinadas por genes recesivos y dominantes” y está “determinada por dos copias (alelos), cada una aportada por un progenitor” (p 53).

El cruce propuesto en la explicación de Lina, se corresponde con lo expuesto en la segunda parte de los experimentos de Mendel, donde a partir de la F1 desarrollo plantas permitiendo su autopolinización y obteniendo la f2 con proporciones fenotípicas 3:1 que luego de análisis posteriores mostrarían proporciones subyacentes 1:2:1 en lo que el llamaría puro, impuro y puro (Griffiths et al., 2002). Lo que daría paso al principio de herencia mendeliana o ley de la segregación en la que cada organismo posee dos alelos para una característica determinada, los cuales se separan en proporciones iguales durante la formación de los gametos (Curtís et al., 2008).

Teniendo en cuenta lo anterior se observó una claridad en el patrón de herencia mendeliana en condición de dominancia-recesividad y de igual forma la comprensión del patrón dominante de la miopía lo cual se evidencia cuando expresa “no se obtendría ese resultado si uno de los padres fuera dominante”, es decir que para ella fue claro que si alguno de los

padres fuese dominante la condición de recesividad de hija cambiaría y por lo tanto se manifestaría la miopía.

Aunque la miopía podría exhibir diversos patrones de herencia Lina pareció encaminar sus explicaciones hacia la herencia autosómica dominante la cual de acuerdo a Griffiths et al., (2002) se exhiben patrones de herencia mendeliana, el alelo normal es el recesivo y anormal es el dominante. Sin embargo, no reconoció otros aspectos de esta, también descritos por Griffiths et al., (2002) como la expresividad en ambos sexos, presencia en todas las generaciones y la abundancia de genotipos heterocigóticos.

Finalmente podemos indicar que Lina mostró en sus modelos explicativos la disminución del modelo mendeliano general y específico, la ausencia del reproductivo y cotidiano y la aparición del modelo postmendeliano (ejemplificado en párrafos anteriores) en el cual se observó el uso de interacciones alélicas y patrones de herencia como la codominancia, dominancia intermedia, herencia ligada al sexo (cromosoma X y Y), así como un acercamiento a la explicación de la herencia mendeliana desde patrones autosómicos dominante.

No se observó en sus explicaciones el uso de la poligénia, sin embargo, en la respuesta de la P1 inició haciendo alusión al modelo mendeliano general cuando explicó que “Las diferencias físicas vienen del tipo o de variedad de genes que tenga cada uno, las informaciones que heredamos de cada uno de nuestros padres y antepasados” haciendo referencia la información genética contenida en genes y a la transmisión de generación a generación; posteriormente aportó que *“todas las personas tienen distintas variaciones genéticas que al juntarse con otras dan origen a una “nuevas” o una nueva ‘persona’ distinta y con algunos parecidos a los padres a esto se le llama poligenia”* lo cual no coincide al concepto, ya que esta se refiere más al producto acumulativo de muchos genes que resultan en la expresión fenotípica de gradaciones o pequeñas diferencias que están influenciadas por factores ambientales Curtis et al., (2008), sin embargo este último

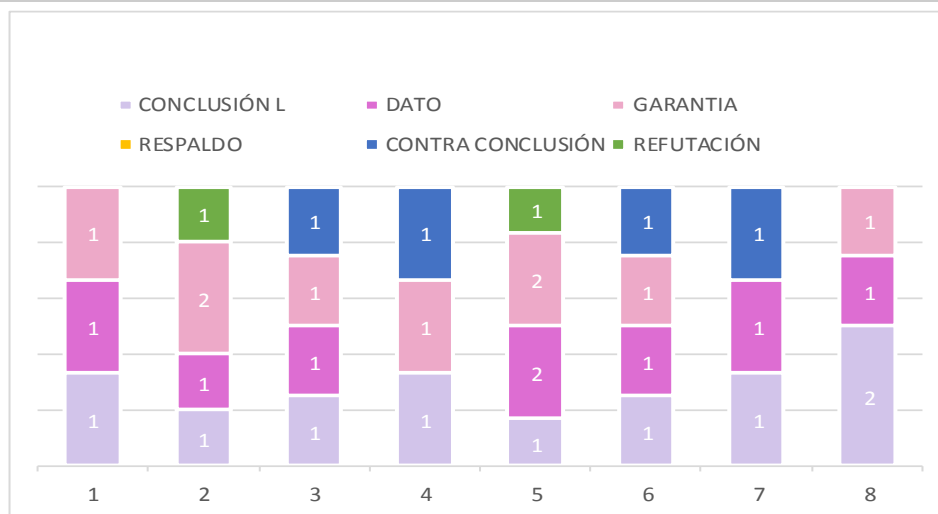
aspecto pareció reconocerse al indicar “pero no solo influyen nuestros genes sino nuestro ambiente”.

De acuerdo a Curtis et al., (2008) los genes no actúan de manera aislada y aunque en modelos teóricos se establezca una relación simple entre genotipo y fenotipo, existen interacciones entre un gen y otro, con el medio y con otras cuya naturaleza aún no se ha establecido con precisión. Es decir, que mecanismos de herencia como este, plantea la comprensión de fenómenos de interacción alélica y génicas de mayor complejidad como la expresividad, penetrancia, entre otras, que bien pueden influir en la presencia de confusiones en la explicación de Lina frente a este Patrón, lo cual es afín a lo expresado por Ayuso (2000) para quien el alto nivel de “abstracción” de algunos contenidos en este ámbito obstaculiza la comprensión por parte de los estudiantes.

Se observó una apropiación del modelo mendeliano específico en sus explicaciones (P6, P7) el cual comparado al momento inicial se acompañó del uso de lenguaje científico propio del modelo, del uso de cuadros de probabilidad de Punnett y aún más claridad en comprensión de las relaciones de dominancia recesividad demostradas a partir del uso de textos que contrastan su explicación inicial como en uno de los ejemplos anteriormente expuestos donde indicaba que “puede ser dominante o recesivo, no se obtendría ese resultado si uno de los padres fuera dominante” todo esto podría sugerir lo que Sarda y Sanmartí (2000) denominan una consolidación de las ideas ya que estaría acompañado de un lenguaje más formal, preciso, impersonal y riguroso.

Respecto al nivel argumentativo en el momento final, las respuestas de Lina se encontraron en su mayoría en el nivel 2, se observó un 62.5% en este nivel, seguido del 25% en el nivel 3 y 12.5% en el nivel 1. Como se puede observar en la gráfica de la figura 13, se presentan argumentos compuestos por conclusión - datos - garantías, o conclusión – dato – garantía - contra conclusión, o conclusión – dato - garantía - refutación.

Figura 13. Estructura argumentativa en instrumento de indagación Final, estudiante Lina.



Fuente: Elaboración propia.

Para ejemplificar lo anterior se tienen en cuenta las respuestas a la P1, P3 y finalmente la P5. En la pregunta 1 se indagó sobre el por qué las candidatas de un reinado de belleza presentan características físicas diferentes entre sí, a lo que la estudiante responde: *“Las diferencias físicas vienen del tipo o de variedad de genes que tenga cada uno, las informaciones que heredamos de cada uno de nuestros padres y antepasados (C), todas las personas tienen distintas variaciones genéticas que la juntarse con otras dan origen a una “nuevas” o una nueva ‘persona distinta y con algunos parecidos a los padres (D) a esto se le llama poligenia el cual consiste en las diferencias físicas de cada individuo y que ninguno es igual aunque sean parecidos pero no solo influyen nuestros genes sino nuestro ambiente (G) ej: una persona de color blanca viaja a la costa y pasa alla un tiempo en el cual su color de piel se oscurece (D)”*.

La estudiante empleó términos del lenguaje científico escolar, y evidenció transición entre el modelo explicativo, ya que está generando una conclusión desde un modelo (mendeliano general) y la haciendo uso de una garantía desde otro (postmendeliano), ambos apoyados con datos provenientes de su experiencia cotidiana, donde en su lenguaje escrito se presentan dificultades que posiblemente obstaculizaron su paso al modelo postmendeliano.

Respecto a la P3 se indagó acerca de la preocupación que presenta una modelo sobre si puede heredar una condición conocida como hipertrichosis, la cual se caracteriza por la presencia de vello en el pabellón auricular, a lo que Lina respondió: *“No (C), por que según lo que dice Sandra solo ha observado en los hombres de la familia (D), solo lo pueden heredar los hombres(C), por que la enfermedad se da en el cromosoma específico que las mujeres no poseen, herencia del sexo ligada con Y se presenta en el cromosoma Y el cual solo poseen los hombres (G), las condiciones de heredación cambiarían si estuviera ligado con el cromosoma X (CO)”*. Se presentó un argumento cuyas declaraciones se apoyaron entre sí, y ubicaron la respuesta en un modelo de herencia postmendeliana haciendo uso de lenguaje científico escolar propio de este modelo. Además, vinculó otro patrón de herencia mediante la contra conclusión evidenciando una diferenciación clara entre los dos patrones.

Por otra parte, en la P5 a partir de una infografía se indagó porque la hemofilia tiene prevalencia en los hombres. A lo que Lina respondió: *“Si, afecta mas a los hombres (C) ya que en panamá se realizó un estudio donde el 98% de los hombres padecían de hemofilia y solo el 2% de las mujeres(D), herencia del sexo ligada al cromosoma X, esta afecta tanto a hombres como a mujeres, como los hombres solo poseen un cromosoma X siempre que hereden la enfermedad serán definitivamente enfermos (G), pero esto cambiaría si la enfermedad afectara ambos cromosomas x (R), entonces todo el mundo con la enfermedad en la siguiente generación sería con ella (G) tanto hombres como mujeres serían definitivamente enfermos (D)”*. En esta pregunta la respuesta se ubicó en el nivel 3, ya que su argumento está compuesto por conclusión – datos – garantías y refutación. Estos elementos se encontraron relacionados entre sí y respondió acertadamente la pregunta ubicándose en el modelo de herencia postmendeliana en el patrón de herencia ligada al cromosoma x; además logró proponer en la refutación una posibilidad donde este patrón tiene otra forma de interacción génica que resulta en otra expresión fenotípica, lo que dio cuenta de la apropiación de este modelo.

Aunque se observaron dificultades en cuanto a coherencia y redacción que se manifestaron en la dificultad de expresar sus ideas de forma escrita y clara (Sarda y Sanmartí, 2000), se

pudo concluir que en el momento final Lina presentó argumentos más completos y extensos respecto al momento inicial, ya que integró elementos como conclusiones, datos y garantías que se apoyaron entre sí, tomando para la elaboración de los datos componentes textuales e interpretándolos para la vinculación a sus argumentos y apoyándose en modelos explicativos mendelianos y postmendelianos en la elaboración de las garantías haciendo uso del lenguaje científico escolar.

8.6 MODELOS EXPLICATIVOS Y NIVELES ARGUMENTATIVOS DE ANTONIO (ANÁLISIS DE CASO)

8.6.1 Momento Inicial

Las explicaciones de Antonio en este primer momento se caracterizaron porque mostraron modelos explicativos en su mayoría representados por el mendeliano general, seguido del específico, con una ocurrencia del reproductivo y postmendeliano (ver tabla 11):

Tabla 11. Modelos explicativos usados por el estudiante Antonio en el momento inicial.

MODELO A	PREGUNTA	INDICADOR	TENDENCIA
Mendeliano general	2, 6, 8 6,7	MG13 MG11	50
Mendeliano específico	1,3	ME 14	25
Postmendeliano	5	PM23	12.5
Reproductivo	4	R18	12.5

Fuente: Elaboración propia.

Iniciaremos ejemplificando el modelo más usado por el estudiante a partir de los interrogantes P6 y P8 los cuales permitirán tener un acercamiento frente al uso de este en sus explicaciones.

En el primer Interrogante el P6, se indagó acerca de la ausencia de miopía en una integrante de una familia cuyos padres y hermanos padecen esta condición, para lo cual el estudiante respondió “Sofía no es adoptada solo que unas personas el gen se expresa pero en el caso de sofía ella tiene el gen de miopia pero porta la enfermedad” el en texto se empleó el término “gen” por lo que se atiende a un reconocimiento de la unidad de información

empleando posteriormente la palabra “se expresa” haciendo alusión a una manifestación de esa información, finalmente asumió a la miopía como un gen que no se manifiesta pero que se encuentra en su información genética.

Por su parte en la P8, al indagar a partir de un afiche publicitario la posición frente a poder determinar la presencia y ausencia de rasgos físicos y de enfermedades hereditarias, el estudiante respondió “Si estoy de acuerdo con el mejoramiento genético por que asi podríamos determinar la presencia del gen mas adecuado y asi no se manifestarian enfermedades hereditarias” en esta explicación al igual que la anterior usó el termino gen e indicó a este como origen de la manifestación de una enfermedad hereditarias.

Las respuestas frente a estos dos interrogantes se ubicaron en los criterios MG 11 y MG13 los cuales para Cadavid y Giraldo (2018) señalan que “la información hereditaria está contenida en estructuras como ADN y gene” y que “las características son el resultado de la expresión de los genes” (p. 52); la información de estos indicadores en los textos de Antonio incluyó el reconocimiento del gen y a este como agente esencial en el mecanismo de transmisión hereditaria; lo cual fue una de las particularidades que marcaron el trabajo de Mendel, ya que mostró la existencia de unidades internas o “factores” con la capacidad de constituirse físicamente permaneciendo inalterables durante generaciones debatiendo la idea de una herencia mezcladora Velásquez (2008).

En el caso del modelo mendeliano específico, el cual se vio representado en dos de los interrogantes lo consideraremos desde el P3, el cual fue contextualizado en párrafos anteriores sobre una condición de hipertriosis en los miembros de una familia; a esto él responde “Yo creo que si, si puede pronunciarse ante ella o no el gen de esta enfermedad domina ante ella, se expresa ya que la condición es hereditaria o solamente Sandra Sastoque puede tener el gen pero solo como portadora.”, Aquí, él planteó para Sandra una ocurrencia en la que se genera una situación de dominancia de un gen para la expresión de hipertriosis y otra en la que se contiene el gen pero no se manifiesta la enfermedad.

En este, a partir del uso de expresiones como dominar, expresar, gen, condición hereditaria, portador, además de la relación de dominancia que estableció para la expresión de gen de la hipertrichosis que dieron cuenta de la identificación de condiciones de dominancia para la expresión de caracteres hereditarios, se ubicó su planteamiento en el criterio ME14 el cual señala que “Existen características determinadas por genes recesivos y dominantes” (Cadavid y Giraldo 2018, p. 52).

Un último ejemplo el cual no fue representativo, ya que fue observado solo en una de las respuestas pero que llamó la atención en tono al concepto propuesto dentro del proyecto es tratado desde el interrogante P5, donde a partir de una infografía, recordemos se buscó explicaciones frente a la prevalencia de la hemofilia en hombres, a lo cual la estudiante respondió “En este caso podría ser un carácter que se expresa mas ante el hombre que la mujer por que es un gen ligado al sexo por eso un 98% es al hombre y un 2 % a la mujer es un gen que se expresa mas hacia el hombre”

En esta respuesta indicó un carácter que tiene diferencias de expresión en hombres y mujeres, haciendo énfasis en que es un gen ligado al sexo específicamente al masculino, lo cual de manera general permitió ubicar su texto en el criterio PM23 en el cual una condición hereditaria está determinada por genes localizados en el cromosoma X o en el cromosoma Y en condición dominante o recesiva. Este criterio ubicó su explicación en un modelo postmendeliano, ya que asumió que la expresión del gen ligado al sexo masculino, lo cual es característico en la herencia de la hemofilia, no obstante, no se observó la comprensión de las implicaciones cromosómicas de este patrón herencia.

Concluyendo, en este primer momento, Antonio mostro en sus explicaciones el modelo mendeliano general en el cual “se considera la herencia desde una visión molecular, donde participan ADN y genes, sin considerar conceptos como dominante y recesivo” (Cadavid y Giraldo, 2018, p. 52). Siendo evidenciado en sus textos en la identificación del gen como unidad de información hereditaria y en la comprensión de que estos determinan la aparición de características en los seres vivos.

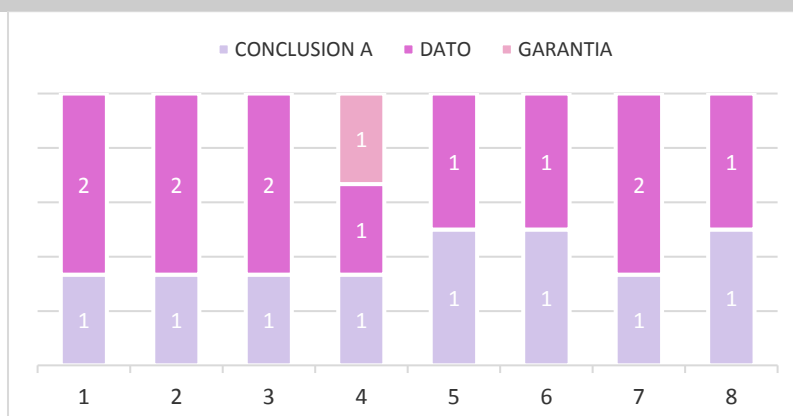
Se mostró un movimiento hacia el modelo mendeliano específico representado en la identificación de las relaciones de dominancia para la expresión de un gen, sin embargo, se denotó falta de adquisición de lenguaje científico propio de este modelo (genotipo, fenotipo, filial etc.), claridad frente a las interacciones de recesividad y a la relación de alelos, gen y expresividad; dificultades observadas también por Ayuso (2002) y Vallejo, (2019) quienes señalan una escasa significación de los términos básicos como gen, alelo, cromosoma, carácter entre otros y la falta de relación entre dichos conceptos.

Se observó el empleo del criterio PM23 referente al modelo postmendeliano, donde se hizo alusión a la herencia ligada al sexo, a pesar de esto es necesario considerar como se indicaba en párrafos anteriores que no se evidenció una comprensión de relaciones implicadas en este patrón de herencia por lo cual es posible que esta participación tuviese de acuerdo a Pozo y Gómez (1998) un origen escolar. Esto a partir de enseñanzas previas posiblemente asociadas a la circulación o grupos sanguíneos, generando conceptos que bien pueden ser aplicados por el estudiante en este contexto pero que carecieron de profundidad en su comprensión, lo cual es afín a observaciones de Gonzáles (2014) quien describe el uso de términos por parte de los estudiantes en sus respuestas desconociendo su significado.

En lo referente a la argumentación, en este primer momento se observó que las respuestas de Antonio presentaron en su mayoría una estructura en la que encontramos conclusiones y datos, (ver figura 14) que permitieron ubicar a estas en el nivel de argumentación 1 (Erduran et al. 2004), lo cual se puede visualizar a través de los interrogantes P1 y P6.

Figura 14. Estructura argumentativa en instrumento de indagación Inicial, estudiante

Antonio



Fuente: Elaboración propia.

En el P1, al explicar acerca de las diferencias físicas entre mujeres de diferentes sitios del país, él indicó que “Yo creo que es por que *cada una de ellas tiene progenitores diferentes y dependiendo de ellos se definen las características de cada uno* (C) por ejemplo el *gen que domina entre ellos es muy diferente de las otras modelos sus genes son diferentes* (D)”. En esta respuesta se presentó la conclusión apoyada por los datos provenientes de un modelo de herencia mendeliana, y aunque la redacción no es muy coherente, se interpretó de manera implícita lo que el estudiante expresa, cuando vinculó la expresión fenotípica a partir del genotipo de los progenitores.

La pregunta 6 hizo mención al caso de Sofía que se encuentra enojada con sus hermanos quienes le dicen que no es hija de sus padres, ni su hermana, ya que en la familia es la única que no tiene miopía y se preguntó ¿Por qué a pesar de que sus hermanos y sus padres tienen miopía ella no padece esta enfermedad?, por lo que Antonio respondió: “*Sofía no es adoptada solo que unas personas el gen se expresa pero* (C) *en el caso de sofia ella tiene el gen de miopia pero porta la enfermedad* (D)”. El estudiante presentó una conclusión apoyada por datos que sustentaron porque Sofia no es adoptada, dando a entender que es portadora de la enfermedad, pero no la expresa.

Es así que, en este primer momento, en la estructura argumentativa compuesta en su mayoría por datos y conclusiones, se vio reflejado el uso de conceptos relacionados al modelo mendeliano general, ya que se apoyó de esto para resolver los interrogantes asociándolos a las características relacionadas a la herencia. No obstante, presentó dificultades de redacción que posiblemente no permitieron que integre a sus argumentos más elementos.

8.6.2 Momento Final

Para el momento final, los modelos explicativos se vieron representados en su mayoría por el modelo Postmendeliano seguido del específico (ver tabla 12), cuyos interrogantes más representativos trataremos a continuación

Tabla 12. Modelos explicativos usados por el estudiante Antonio en el momento final.

MODELO A	PREGUNTA	INDICADOR	TENDENCIA
POSTMENDELIANO	1	PM 24	62.5
	2,4	PM 21	
	3,5	PM 23	
Mendeliano específico	6,7	ME 14, 15, 16	25
Molecular	8	M1	12.5

Fuente: Elaboración propia

El modelo postmendeliano tuvo representación en las explicaciones de Antonio en los interrogantes P1, P2 y P3, en cuanto al primero contextualizado previamente referente a la ocurrencia de las diferencias físicas en las mujeres en el país él respondió “Esto es debido a la poligenia y el tipo de alelos ya que trabaja una gran variedad de genes para un mismo carácter esto es debido a su entorno al tipo de alelos que definen un rasgo ya sea hetero que en este caso defina altura y como hetero es regular daría altura promedio ya que todos tenemos una gran variedad de alelos distintos de los otros...”

En este texto se ejemplificó la expresión promedio de la altura como producto de una interacción alélica, génica y del entorno, lo cual permitió ubicar a esta en el criterio PM24 donde se señalan la existencia de características controladas por la interacción de varios

genes, que forman un espectro fenotípico en lugar de caracteres definidos.

Elementos claves en el texto como “variedad de genes para un mismo carácter”, “entorno”, “alelos”, “promedio” coinciden con aspectos de la herencia que no pueden ser explicados desde los principios mendelianos y que requieren ser tratados desde un patrón de herencia postmendeliano como el de la poligénia, en el que de acuerdo a López y Figueroa (2014) los rasgos fenotípicos son determinados por la acción de varios genes que a su vez pueden contener más de dos alelos, causando gran cantidad de combinaciones resultantes de gradaciones fenotípicas asociadas a factores ambientales.

Antonio logró rescatar en su explicación la interacción de genes, alelos y medio ambiente y ejemplificarla a través de la altura, y aunque cuando expresa “hetero que en este caso defina altura y como *hetero es regular* daría altura promedio” no dio cuenta de una relación alélica (Intermedia, alelos múltiples, etc.) clara, es importante los elementos y su relación planteada desde el hecho de que este patrón de herencia requiere de niveles de comprensión de fenómenos de interacción alélica y génicas de mayor complejidad como la expresividad, penetrancia, entre otras; ya que este según las descripciones de Ayuso (2000) podría considerarse como un contenido problemático de acuerdo a elevado nivel de abstracción.

El segundo ejemplo corresponde a la P3, cuando se le preguntó frente a la posibilidad de presentarse una condición de hipertricosis auricular, a lo cual afirmó que “No lo puede padecer ya que solo lo padece el cromosoma y por ello *es un gen ligado al sexo masculino* por que *solo se manifiesta en el cromosoma “y”* y ese es solo del hombre *porque la mujer es XX y el hombre XY* así que solo lo padecen los hombres , a menos de que no sea hombre.”

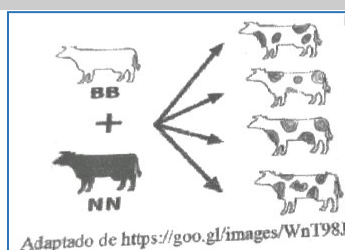
Se señaló en la respuesta una condición concerniente al cromosoma Y relacionándola con un gen ligado al sexo, reconociendo la presencia de este cromosoma para la expresión de la condición y por lo tanto su manifestación en el sexo masculino; por lo que fue posible ubicar su explicación en el criterio PM23 que establece que una condición hereditaria

puede estar determinada por genes localizados en el cromosoma X o en el cromosoma Y en condición dominante o recesiva.

Los aspectos señalados por Antonio son afines a la herencia ligada al cromosoma Y, en la que conforme a Pierce (2010) las características muestran un patrón particular de herencia, las cuales son determinadas por genes situados en el cromosoma Y cuyos rasgos expresados están ligados al sexo, por lo tanto, se encuentran en machos y son transmitidos por el padre a sus hijos.

Un último ejemplo dentro de este modelo postmendeliano corresponde al P2 donde en una imagen se debían colorear las crías resultantes de acuerdo al color o patrón que se considere heredarían, así como explicar por qué de su respuesta; en su texto él indica que el patrón que usaría es “Blanco y negro” (ver figura 15) “Por que al ser los dos genes dominantes ocurre la codominancia ya que en la herencia intermedia se expresan los dos genes y que ambos son dominantes esto es debido a la herencia intermedia en el segregamiento de dos dominantes se expresan los dos caracteres”

Figura 15. Respuesta Antonio frente a interrogante P2



Fuente: Instrumento de indagación final estudiante Antonio

La respuesta de Antonio inicialmente mostró en su representación gráfica una manifestación de codominancia, posteriormente en su texto planteó una interacción de dos genes dominantes que mediante segregación expresan dos características haciendo alusión a términos como codominancia y herencia intermedia; a partir de esto se tomaron en cuenta la representación gráfica y la última parte de su explicación “el segregamiento de dos dominantes se expresan los dos caracteres” para ubicar a esta en el criterio PM21 donde de

acuerdo a Cadavid y Giraldo (2018) “Dos alelos se pueden expresar a la vez de manera independiente en un mismo gen” (p 53).

En la codominancia los individuos heterocigóticos expresan ambos alelos, es decir los dos fenotipos homocigóticos simultáneamente, Curtis et al., (2008). Esto implicó a la expresión planteada gráficamente por Antonio al colorear machadas las crías y al señalar la expresión de los dos caracteres a partir de dos dominantes, sin embargo, su respuesta mostró confusiones en el ámbito conceptual al emplear al tiempo la codominancia y la herencia intermedia para el fenómeno de la expresión de dos características simultáneas y además una interacción génica en una alélica, lo que podría señalar una posible transición a entre estas dos patrones de herencia (herencia intermedia y codominancia) o en este caso dificultad en la comprensión, desde los planteamientos de Ayuso (2000) por el nivel de “abstracción” del concepto.

Por su parte, el modelo mendeliano específico se representó en el interrogante P7, donde al preguntarse acerca de la relación de parentesco entre un hijo con grupo sanguíneo O, padre B y madre A, el estudiante planteó que esto ocurre “Por que sus padres son heterocigotos, el resultado de dos heteros da 3 a 1 por ellos es del 25% grupo sanguíneo O sus padres pueden ser A y O pero son heterocigotos”.

Figura 16. Respuesta Antonio frente a interrogante P7

	B	O
A	AB	AO
O	BO	OO

Fuente: Instrumento de indagación final estudiante Antonio

Y en el P6 relacionado a la ausencia de miopía en una integrante de una familia cuyos padres y hermanos padecen la enfermedad, a lo que explicó “Por que sus padres pueden ser heterocigotos al hacer la mezcla en el cuadro de punnet da 75% que la padecen y 25% que son sanos, ella no puede padecerla por que es el 25% de los sanos el genotipo de ella es aa recesivo por ello no la padece, a menos de que si sea adoptada”.

Se observó en sus respuestas el empleo de términos como heterocigoto, recesivos, uso de cuadros y proporciones de probabilidad (ver figura 16), así como de relaciones en la expresión de las características y la dominancia-recesividad; además de la identificación de alelos aportados por progenitores y características ausentes en parentales con expresión en hijos, por lo que los criterios pertinentes corresponden de acuerdo a Cadavid y Giraldo (2018) al ME14 el cual plantea que “existen características determinadas por genes recesivos y dominantes”, el ME 15 donde “una característica está determinada por dos copias (alelos), cada una aportada por un progenitor” y el ME16 en el que “existen características que no se manifiestan en la F1, pero si en la generación F2” (p 52).

Sus explicaciones planteadas desde un cruce de heterocigotos donde se expresa un carácter recesivo no observado en los parentales, son acordes a las observaciones hechas por Mendel donde luego de realizar los cruces en la primera generación observó la ausencia de uno de los caracteres, llevándolo a producir a través de sus experimentos una segunda generación (heterocigotos) donde comprobó que variantes dominantes y recesivas aparecen en una relación 3:1, siendo esto base en la formulación del principio de la segregación (Curtis et al., 2008).

Al finalizar las explicaciones de Antonio se hallaron en su mayoría en el modelo postmendeliano representado en los criterios PM24, PM21, PM23 que describen patrones de herencia relacionados a la poligénia, herencia ligada al cromosoma X y Y, y codominancia, continua el mendeliano específico, desapareció el reproductivo y se observó el molecular representado en una de sus respuestas.

Respecto a la poligénia es interesante la relación que logró plantear entre genes, alelos y entorno, en la expresión de una característica como la altura; en cuanto al segundo patrón de herencia, reconoció el papel de los cromosomas en la expresión de características ligadas al cromosoma Y y X en condición recesiva, así como el patrón de expresión de dichas características en hombres y mujeres; no se observó en el presente escrito la condición dominante de herencia ligada al cromosoma X ya que en el instrumento de indagación no se plantea un interrogante que involucre esta condición, sin embargo actividades en clase mostraron su apropiación.

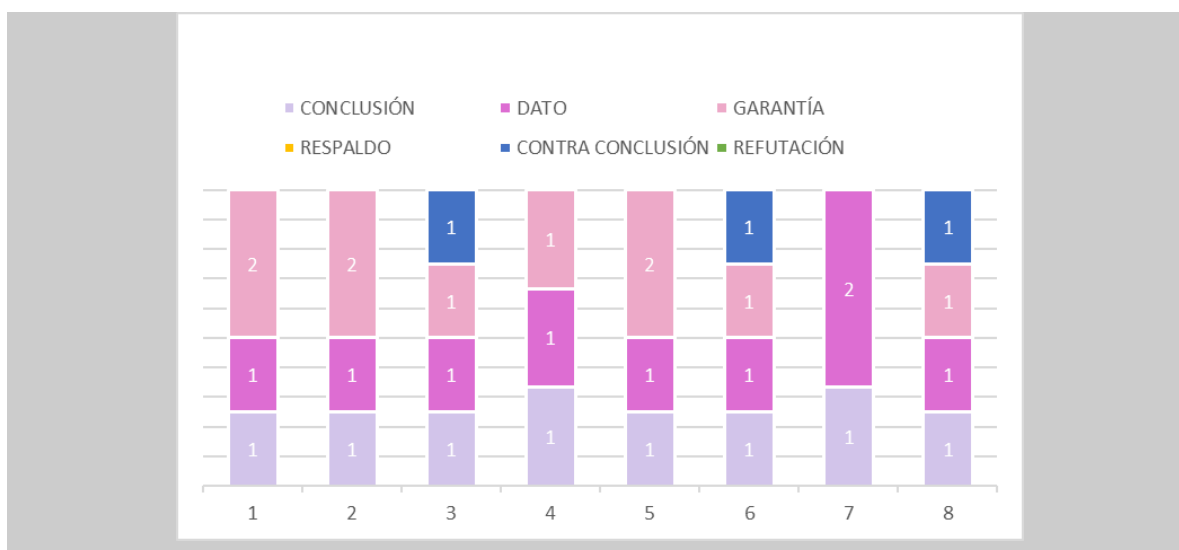
Para el tercer patrón correspondiente a la codominancia se observó una relación entre una condición de dominancia y la expresión de dos características de manera simultánea, sin embargo, mostró dificultad primero al tratar herencia intermedia y codominancia en un mismo ámbito y segundo la claridad en las interacciones alélicas y génicas, algo que también se evidencio al interior de los otros patrones.

Estas dificultades posiblemente convergieron en reconocer las interacciones alélicas en un mismo gen diferentes a las planteadas en una condición de dominancia recesividad, así como la existencia de algunas de estas al interior de patrones como el alelismo múltiple, la herencia ligada al cromosoma X y Y, la poligénia entre otros; ya que las interacciones que se presentan no siempre son de dominancia recesividad, algunas parecen “mezclarse” o ser simultáneas, pueden manifestarse en relaciones de dominancia en genes con más de dos alelos y entre alelos de genes distintos que a su vez están influenciados por el medio ambiente resultando estas en una serie de complejos acontecimientos Curtis et al., (2008).

Además, se observó una mayor apropiación en el modelo mendeliano específico, respecto al momento inicial, el cual paso a ser representado por los criterios ME14, ME15, ME16, incluyendo al finalizar relaciones de dominancia y recesividad, identificación de mecanismos de la segregación, expresión de alelos en condición de recesividad, elaboración e interpretación de cuadros de probabilidad y uso de nuevos términos asociados al modelo.

Por otra parte, en el momento final, la estructura argumentativa de Antonio estuvo representada por elementos como Conclusión – dato – garantía o conclusión – dato – garantía y contra conclusión como se evidencia en la siguiente gráfica (ver figura 17), que ubicaron sus respuestas en el nivel 2 de argumentación:

Figura 17. Estructura argumentativa en instrumento de indagación Final, estudiante Antonio



Fuente: Elaboración propia.

Para ejemplificar este momento se tienen en cuenta las preguntas P5 y P8; en la P5 se indagó a partir de una infografía por qué la hemofilia tiene prevalencia en los hombres, a lo que el estudiante planteó: *“Por que es un gen ligado a sexo (C), el 98 % de los casos se presenta en hombres (D) ya que la hemofilia es recesiva y si un cromosoma de la mujer es afectado el otro contrarresta y en el hombre solo hay uno asi que si lo padece es enfermo de hemofilia. Es recesiva y en las mujeres pueden ser hetero portadora pero el hombre si la presenta esta enfermo, a no ser que este no estuviera ligado al cromosoma X (G)”*.

Esta respuesta constó de una conclusión, datos y garantía, en cuyo caso el dato que extrajo a partir de la información de la imagen apoyó su conclusión, consiguientemente

proporcionó una garantía que utiliza elementos conceptuales del modelo postmendeliano específicamente al patrón de herencia ligada al cromosoma X que refuerzó su declaración a través de la explicación del mecanismo de herencia de dicho patrón, sin embargo, estableció este desde relaciones cromosómicas haciendo caso omiso a las alélicas sugiriendo una posible dificultad, algo que fue descrito previamente en modelos explicativos; aquí también describió condiciones de herencia de la enfermedad aportando datos referentes al patrón denotando la apropiación del modelo. Al final intentó proporcionar una contra conclusión marcada por el conector “*a no ser que*” sin embargo la declaración no proporcionó una excepción a su conclusión ya que así fuese ligado a otro cromosoma su conclusión seguiría siendo igual.

El siguiente ejemplo se relaciona con la P8, donde a partir de un afiche publicitario de una película se preguntó sobre si se está de acuerdo con la posibilidad de modificar los rasgos físicos, así como las enfermedades hereditarias en las personas. A esto, el estudiante respondió: “*Si estoy de acuerdo con el mejoramiento genético por que así evitaríamos mutaciones genéticas (C) como el cáncer y ya no se presentaría en nosotros (D) Asi haríamos la edición genética del crisper quitando un fragmento del ADN no deseado modificándolo para no padecer estas enfermedades extrayendo parte del ADN modificándolo para no padecer estas enfermedades (G), no estoy de acuerdo con rasgos físicos (CO)*”

El anterior argumento mostró una estructura compuesta por conclusión, dato, garantía y contra conclusión, donde el dato provino de la ejemplificación de una condición que asumió como producto de cambios genéticos, el cual apoyó la conclusión; por su parte la garantía aportó información referente a técnicas de edición genética, donde el estudiante explicó el mecanismo de acción del CRISPER y aunque se observó que expresa en esta declaración dos veces la misma información, hizo uso de lenguaje propio de esta temática que involucran aspectos de la ingeniería genética y por lo tanto del modelo molecular de herencia. Por ultimo a partir del conector “no estoy de acuerdo” hizo alusión a una

declaración en la que señaló una excepción a su argumento, sin embargo, no aportó otros elementos que profundicen en esta.

Para concluir, se puede afirmar que la estructura argumentativa de las respuestas de Antonio en el momento final presentó más elementos que en el momento inicial, lo que se evidenció en el cambio de nivel 1 al nivel 2 (Erduran et al. 2004), puesto que integró conclusión, datos y garantías, principalmente apoyados por datos a partir de la interpretación (textos, imágenes) o de la ejemplificación en ámbitos relacionados a la herencia; por garantías que mostraron lenguaje científico escolar y aspectos conceptuales de patrones de herencia propios de modelos postmendelianos que dieron cuenta, unos en mayor medida que otros de los mecanismos intrínsecos que allí ocurren; y por algunas declaraciones que señalaron en alguna medida excepciones cortas a su conclusión pero que sin embargo, no profundizó.

8.7 POSIBLE RELACIÓN DE LOS MODELOS EXPLICATIVOS Y LOS NIVELES ARGUMENTATIVOS

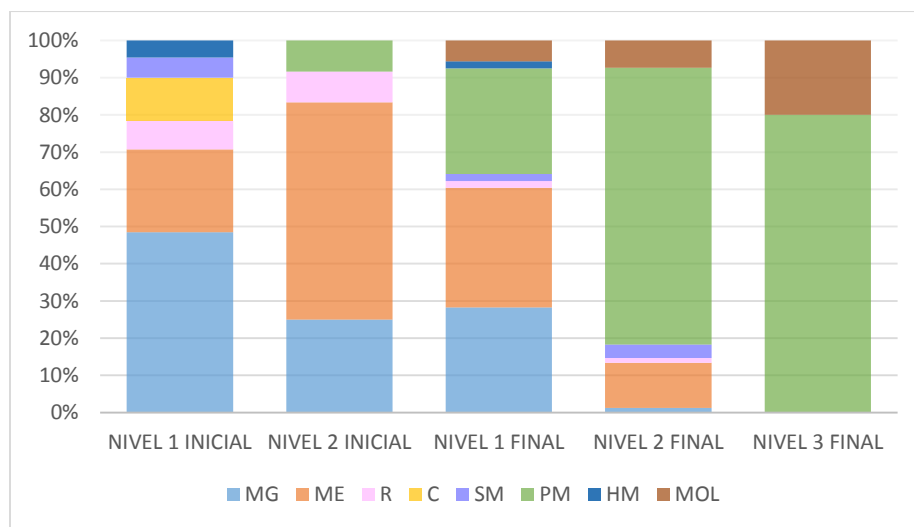
El núcleo de la genética contiene diversas teorías, que involucran a su vez varios sucesos para la explicación de un fenómeno del entorno, que entrelazan diversos conceptos y modelos científicos; llevando a considerar la importancia de la construcción de modelos propios que sean coherentes con los pensamientos de científicos y de los estudiantes y que concluyan en el aprendizaje (Arzola et al., 2011); con igual valor de significancia para este último se reconoce que es a través de las prácticas argumentativas que se logra una mejor comprensión de los modelos científicos y las teorías (Posada, 2015).

Es entonces, que en el aprendizaje de la genética es de gran importancia la formulación de modelos explicativos y la argumentación, por lo que en el siguiente apartado se reflexionará acerca de la incidencia de los procesos argumentativos en el cambio de los modelos explicativos del concepto transmisión de caracteres hereditarios dentro del contexto de las excepciones de Mendel en estudiantes, luego de la aplicación de una unidad didáctica orientada a fortalecer los procesos argumentativos en el aula.

Para esto se describen inicialmente la posible relación de los modelos explicativos y los niveles argumentativos hallados en las respuestas del grupo total de estudiantes en el momento inicial y final luego de la intervención didáctica, posteriormente la relación respecto a los estudios de caso y finalmente una reflexión frente a la incidencia de los procesos argumentativos en la movilización de los modelos explicativos del concepto.

Frente a la posible relación de los modelos explicativos y los niveles argumentativos del grupo total de estudiantes, se observó en el momento inicial que el nivel predominante fue el nivel 1 y en poca proporción el nivel dos, se indica la presencia de modelos explicativos para el nivel uno correspondientes a herencia mezcladora, sin modelo, reproductivo, cotidiano, mendeliano específico y general, siendo este último el de mayor representación; por su parte en el nivel dos se hallaron criterios pertenecientes a los modelos postmendeliano, reproductivo, mendeliano general y específico (Ver figura 18)

Figura 18. Relación niveles argumentativos y modelos explicativos en las respuestas hallados en el instrumento de indagación inicial y final.



Fuente: Elaboración propia.

Para este momento en el nivel 1, se observaron modelos como el cotidiano, herencia mezcladora, sin modelo y reproductivo, los cuales en su mayoría involucran pensamientos que fueron considerados antes del siglo XIX y que contenían aspectos referentes a orígenes divinos y características físicas inmutables entre generaciones, que solo eran descritas y que daban cuenta de fenómenos de su entorno desde la observación (Pinzón y Sarmiento, 2014).

Esta perspectiva que ofrecen estos modelos se correlaciona con descripciones que realizaban los estudiantes en sus respuestas donde formulaban conclusiones basados en experiencias o fenómenos observados a su alrededor, que acompañaban con datos provenientes de fuentes parecidas; lo anterior podría sugerir que la presencia de estos modelos en este nivel 1, se facilita por los razonamientos simples y vivenciales, que involucran los pensamientos del modelo; además de estar alejados en su mayoría de modelos científicos Cadavid, Castaño, Ruiz, 2016 en Bahos (2018). Ejemplos de ello a continuación:

E11P5 “*Pues creo que es porque las mujeres sangramos cada mes (C) ...en los hombres no es normal que sangren (C)...*” (cotidiano, nivel 1)

E8P2 “*un color gris (C) por lo cual salen de este cuyo cruze es de blanco con negro y por eso las crías saldrán grises (D)*” (herencia mezcladora, nivel 1)

E13P1 “*...en los concursos tiene que existir la diversidad que representa cada parte del país (C)... respetar los derechos que tiene cada mujer sin importar sus diferencias (D)*” (Sin modelo, nivel 1)

E9 P4 “*...una abeja traslada polen de la flor amarilla a la flor roja (D) y dieran una semilla que contiene esos colores en un organismo (C)*” (reproductivo, nivel 1)

Por su parte, en el nivel 2, hay ausencia de los modelos cotidiano, herencia mezcladora y sin modelo, además se muestra la disminución del modelo mendeliano general y el aumento del específico quien presenta una relación contraria para el nivel 1. Estos dos modelos

corresponden a una misma perspectiva desarrollada desde los pensamientos introducidos por Gregor Mendel y que brindaron las bases de la genética actual; su aporte consistió en proveer metodologías experimentales usando análisis de probabilidad, cuyo fruto resultó en la formulación de los principios de la herencia a partir de viabilizar la transmisión de las características hereditarias por caracteres separables que se expresan en proporciones distintas dependiendo de su carácter dominante o recesivo (Pinzón y Sarmiento, 2014).

La presencia de estos modelos en los niveles argumentativos se podría relacionar teniendo en cuenta su nivel de complejidad, esto al considerar que el modelo mendeliano general de acuerdo a la propuesta de Cadavid y Giraldo (2018) refiere a aspectos relacionados a la “ubicación de la información hereditaria (genes, ADN), la transmisión de progenitores a descendientes y las características como resultado de la expresión de los genes” y el específico a “características determinadas por genes recesivos y dominantes; por dos copias (alelos), cada una aportada por un progenitor y por características que no se manifiestan en la F1, pero sí en la generación F2” (p 53).

Lo anterior permite percibir que en esta perspectiva mendeliana que contiene a los dos modelos hay diferencias similares a las planteadas por los naturalistas de la época cuando indagaban acerca de qué es lo que se transmite y de qué forma se transmite (Pinzón y Sarmiento, 2014). De esta forma se encuentra el modelo general enfocado a las estructuras relacionadas a la herencia y su expresión, el cual puede estar más relacionado a los contextos de los estudiantes y conocimientos anteriores, facilitando la formulación de un mayor número de conclusiones y datos; por su parte el específico incluiría a los mecanismos que inciden en la transmisión de los caracteres hereditarios, por lo que una apropiación de este puede bien permitir al estudiante producir garantías que den cuenta del fenómeno planteado, a menos que presente dificultades en la comprensión de los fenómenos inmersos en el modelo en cuyo caso se limitaría la explicación y por ende se facilitaría la expresión de conclusiones. Ejemplo de lo anterior a continuación:

P1 E8 “*La diferencia de las características de estas mujeres es porque tal vez no son de la misma descendencia (C)...son de diferentes familias por lo cual deben de tener características diferentes (D)* (Mendeliano general, nivel 1).

P7E9 “*Porque los abuelos o las generaciones anteriores de su familia han tenido varios tipos de sangre (C) como por ejemplo si su abuela haya tenido tipo de sangre O y la heredado por generaciones sin que se presente (D)* (Mendeliano específico, nivel 1).

P1E2 “*Porque cada candidata tiene alelos diferentes (C), ninguna persona es igual incluso ni los siameses o gemelos son totalmente iguales(D), ...en la cual segrega los alelos haciendo descendientes diferente uno de los otros (G)*” (Mendeliano específico, nivel 2).

Es importante adicionar frente a estos que la aparición de estos dos modelos en este primer momento puede vincularse al hecho que los estudiantes ya habían tenido un acercamiento a la herencia mendeliana por lo que se esperaba al iniciar la investigación que el modelo específico contara con una importante participación para este momento, lo cual no ocurrió; ya que el mendeliano general fue el más representativo y junto a la presencia de los otros modelos anteriormente descritos evidenció que los estudiantes se encontraban en una movilización hacia el modelo mendeliano específico y que contaban con dificultades relacionadas a la identificación de alelos, gen y cromosomas y de las relaciones alélicas, dificultades también descritas por Ayuso (2000) y Vallejo (2019).

En el momento final el nivel argumentativo predominante en los estudiantes fue el 2, sin embargo, hubo presencia de respuestas en nivel 1 y nivel 3; En el uno se hallaron el modelo mendeliano, específico, postmendeliano y la herencia mezcladora, sin modelo y reproductivo (los últimos tres para una respuesta cada uno); en el dos el postmendeliano, específico, molecular, reproductivo, sin modelo (los tres últimos con baja aparición en las respuestas de los estudiantes 6, 1, 3), y en el tres postmendeliano y molecular

Para este momento al igual que en el inicial, la mayor cantidad de modelos se observó en el nivel 1, pero a diferencia de este, en su mayoría lo constituyeron los concernientes a modelos con perspectivas mendelianas y posteriores a esta. Los argumentos se diferencian de los presentados en el nivel 1 en que hacen uso de lenguaje científico propio de los modelos, que para el caso de los mendelianos se observa una mayor apropiación, pero para los modelos como el postmendeliano y el molecular, se observó relacionado a este nivel conclusiones simples incluso en algunos tautológicas con datos que pueden dar apoyo a la conclusión, que dan cuenta de dificultades en torno a la comprensión de algunos de los patrones de herencia de este modelo; ejemplos referentes a esta relación a continuación:

P1E1 *“Por que todos tenemos diferentes características físicas porque todo tenemos alelos diferentes que barian muchas veces dependiendo el lugar donde vivimos (C) ejemplo en africa casi todos son negro por la variedad es muy caliente (D)”* (mendeliano general, nivel 1)

P7E14 *“Porque puede ser que los padres eran Ao y Bo (C) y entonces nosotros al hacer este cruce nos da un 25% de que salga un descendiente con tipo de sangre “OO (D)” y puede que el bebe haiga salido con esta probabilidad”* (Mendeliano específico, nivel 1)

P8E11 *“es que puedan quitar una enfermedad ya sea terminal (C), sin embargo no podemos descartar que mas adelante tenga una dificultad mas que por quitar una salga otra (D)”* (molecular nivel 1)

P4E2 *“Unas flores que Generalmente son Rojas o Amarillas pueden salir de una Coloracion que presente ambos como en el caso del huerto de la abuela de Santiago (D). Esto sucede en la codominancia esta (C)”* (Postmendeliano, nivel 1)

En cuanto al nivel dos quien fue predominante en la investigación, se marca por la presencia del modelo postmendeliano al igual que por la disminución del modelo específico y del general, donde las respuestas de los estudiantes mostraron para algunos patrones apropiación frente a estos y para otros dificultades en su comprensión y redacción, claro

está en menor proporción comparado a los presentes en el nivel 1; algo característico para este nivel fue hallar argumentos con garantías y contraconclusiones (como posibles excepciones sin llegar a ser refutaciones al carecer de apoyos) que daban cuenta de la apropiación del modelo, de la diferenciación frente a otros y sobre todo de la vinculación al argumento teniendo en cuenta el contexto y el modelo, que bien pueden estar mostrando una señal hacia un tránsito al nivel de argumentación 3. Ejemplos de la relación de estos a continuación:

P3E14 *“No creo Porque esta enfermedad esta ligada en el cromosoma Y (C), el cual solo tiene los hombres (D), esto ocurre porque en la pareja de cromosomas sexuales de los hombres hay una X y una Y y en la pareja de las mujeres hay dos X por lo tanto como las mujeres no tienen el cromosoma Y ellos no pueden padecer de hipertrichosis auricular (G) ”* (Postmendeliano, nivel 2)

P6E3 *“tal vez sus padres no tenían esta enfermedad pero tal vez su abuelos si (C) lo cual indica que sus Padres tenían es sus genes un gen recesivo de miopia (D) lo cual indica segun el cuadro de punet que la posibilidad de que ella salga con miopia es de un 25% si sus Padres son heterocigotos (G) esto variaría si sus padres fueran dominante (CO) ”* (Mendeliano especifico, nivel 2)

P4E6 *“Todos manchados (C). Por que los Alelos del color se expresan al mismo tiempo en lo que se conoce como codominancia (G), pero tambien podría presentar el caso de que las crias nacieran grices ya que seria el Alelo intermedio por dominancia incompleta (CO) (Postmendeliano, nivel 2).*

En el nivel 3, el cual aparece en pocas de las respuestas (n=5) se relaciona a los modelos postmendeliano y molecular, allí en los argumentos se observan refutaciones débiles apoyadas por datos y/o garantías que pueden dar cuenta de la comprensión de un patrón de herencia usado frente al fenómeno indagado y de la formulación de alternativas frente a otros patrones que se aplican al mismo contexto o fenómeno. La baja representación de este nivel puede verse relacionado al requerimiento en su estructura, ya que exige de la

comprensión profunda de los modelos; los cuales en este caso son de gran complejidad para los estudiantes (Ayuso, 2000).

Luego de la relación entre los modelos explicativos y los niveles hallados en el grupo de estudiantes, a continuación, indicamos los principales cambios respecto al momento inicial, en los estudios de caso de Karen, Lina y Antonio, los cuales fueron analizados a detalle en apartados anteriores.

Tabla 13. Relación modelos explicativos y niveles argumentativos en los estudios de caso de Karen, Lina y Antonio en el momento inicial y final

MOMENTO INICIAL		APLICACIÓN UNIDAD DIDÁCTICA ORIENTADA EN PROMOVER PROCESOS ARGUMENTATIVOS	MOMENTO FINAL
KAREN	Modelo mendeliano general en cooperación con otros modelos (reproductivo y cotidiano; se caracterizó por la identificación de características transmitidas de una generación a otra, de expresiones genotípicas y fenotípicas, así como del gen como portador de la información; con dificultades en relaciones de alélicas. Con nivel 1 de argumentación, cuya estructura constó de conclusión y conclusión o conclusión y datos, con uso de lenguaje común y empleo de términos científicos cuyos procesos internos desconoce; esto provenientes de ámbito escolar y de entorno familiar (Pozo y Gómez, 1998)		Modelo postmendeliano (patrones herencia ligada al cromosoma X y Y, con tránsito en herencia intermedia, codominancia y poligénia) con una mayor apropiación del modelo mendeliano específico representado en la identificación interacciones alélicas y patrones de segregación y la aparición de modelo molecular de herencia. Argumentos en nivel 2, compuestos por conclusión – dato – garantía o conclusión – dato – garantía – contra conclusiones o conclusión – dato – garantía – respaldo y contra conclusión principalmente, con empleo de lenguaje científico propio del modelo de herencia empleado y desaparición de expresiones tautológicas.

LINA	Modelo mendeliano específico, caracterizado por identificar la influencia de los genes en la expresión, características dominantes y recesivas y su carácter discreto fenotípico; nivel de argumentación 1, con argumentos que contenían de conclusiones y datos, con poco uso de lenguaje científico propio del modelo.	Modelo Postmendeliano (patrones de herencia como la codominancia, dominancia intermedia, herencia ligada al cromosoma X y Y), mayor apropiación del modelo específico y el patrón autosómico; nivel de argumentación 2 predominante, seguido del 3; con argumentos que contenían de conclusión - datos - garantías, o conclusión – dato – garantía - contra conclusión, o conclusión – dato - garantía – refutación; más extensos y que podían presentar dificultades de redacción pero con uso de lenguaje científico escolar propio de los modelos mostrando comprensión de relaciones alélicas y génicas.
ANTONIO	Mendeliano General caracterizado por identificar al gen como portador de la herencia y por su rol en la expresión fenotípica; Mendeliano específico en transición con poco uso de lenguaje científico; Argumentos en nivel 1, que contenían de conclusiones y datos que se apoyaron en elementos conceptuales propios del modelo desde el lenguaje común.	Postmendeliano (patrones como la poligénia, herencia ligada al cromosoma X y Y, y codominancia); apropiación del mendeliano específico mediante la identificación de mecanismos de segregación; argumentos en nivel de 2 que constaban de conclusión – dato – garantía o conclusión – dato – garantía y contra conclusión, los cuales apoyó desde la interpretación, de vivencias y elementos conceptuales haciendo uso de lenguaje científico propios del modelo con dificultades notorias de redacción.

Fuente: Elaboración propia.

Luego de estas relaciones se observó que en la investigación del algún modo se relacionan la presencia de determinados modelos en algunos niveles de argumentación en los momentos inicial y final, a partir de la complejidad del modelo y/o de las exigencias del nivel en cuanto a los elementos que allí se sugieren. De igual modo que se presentaron cambios en los modelos explicativos respecto a los presentados en el momento inicial, donde los estudiantes movilizaron sus modelos explicativos del modelo mendeliano

(general-específico) y otros previos a este, al modelo postmendeliano y a una apropiación del modelo mendeliano específico; así como se movilizaron del nivel 1 de argumentación al nivel 2 respecto al momento inicial.

Tales cambios podrían tener origen en la intervención didáctica la cual estuvo orientada a promover los procesos argumentativos en el aula a partir de una problemática identificada en la que la argumentación y la construcción de los modelos explicativos del concepto mostraban la necesidad en atención para el fortalecimiento del aprendizaje; es así que luego de su implementación, se concluye que los procesos argumentativos apoyarían en el cambio de los modelos explicativos de tal manera que la promoción intencionada de estos en el aula a través de actividades que involucre la construcción de argumentos en distintos escenarios podría favorecer la movilización y/o apropiación de modelos explicativos.

Dicha intervención didáctica conto con aspectos que incidieron en su implementación y en los resultados obtenidos, tales como la estructura de la unidad, basada en la propuesta de Álvarez (2013) la cual plantea la construcción del aprendizaje conforme al avance de las actividades y una estructura que contempla elementos como conocimientos previos, historia y epistemología del concepto estudiado, múltiples modos semióticos y TIC y reflexión Metacognitiva. Preguntas que orientaban el proceso argumentativo en diferentes contextos (individuales y colectivos) y que indagaban en pro de fortalecer los niveles argumentativos. Actividades individuales y grupales, que favorecía la interacción en la construcción de argumentos; Según Cadavid y Giraldo (2018) el trabajo individual permite a los estudiantes ordenan sus ideas y tomar postura para luego construir argumentos colectiva en escenarios grupales. La inclusión de temáticas sociocientíficas relacionadas a la discriminación genética y edición de genes, que permitieron la construcción individual y colectiva de argumentos; ya que estas tienen un contexto ideal para favorecer los niveles argumentativos, así como para abordar los contenidos y motivar a los estudiantes (Rudas, 2019). Y actividades de reflexión, que permitían la autoevaluación y la coevaluación promoviendo reflexiones individuales y colectivas.

Para concluir, los resultados de la presente investigación y sus reflexiones muestran las cualidades de los procesos argumentativos en la movilización de los modelos explicativos del concepto transmisión de caracteres hereditarios en el contexto de las excepciones mendelianas y de los niveles argumentativos, coincidiendo con investigaciones como las de Amaya y pulido (2017), Bahos (2018) y Cadavid y Giraldo (2018). Pero más allá de esto, la investigación permitió explorar para los estudiantes y la docente un nuevo espacio didáctico que permite abordar los conceptos a partir de la construcción de ideas que expresan la forma de ver los fenómenos del mundo que les rodea y les permite formar una visión conjunta de su entorno a través de espacios de discusión.

9 CONCLUSIONES

El presente capítulo contiene aspectos relacionados a una perspectiva general donde se concluye a partir de los objetivos propuestos junto a la pregunta de investigación, y una particular desde los estudios de caso propuestos en la investigación las cuales se muestran a continuación

- Respecto a la identificación de modelos explicativos y niveles argumentativos, en la investigación para el momento inicial los estudiantes hicieron uso de los modelos explicativos mendeliano general, específico, cotidiano y en poca proporción del reproductivo y herencia mezcladora, mostrando en los dos primeros, dificultades principalmente en el uso de lenguaje científico escolar y en la comprensión de las relaciones alélicas. Aquí se circunscribe un nuevo criterio (sin modelo) que vincula a explicaciones que no incluyeran o relacionarán aspectos referentes a la herencia. Se ubicaron en el nivel 1 de argumentación con argumentos que son declaraciones simples algunas con expresiones tautológicas que constan de conclusiones o en su mayoría con conclusiones y datos, los cuales evidencian datos que vinculan vivencias y aspectos observables relacionados al modelo mendeliano general.
- Para el momento final emplearon en sus explicaciones criterios referentes a los patrones de herencia ligada al cromosoma X y Y, codominancia, herencia intermedia, poligénica y alelos múltiples que hacen parte del modelo postmendeliano, así como aspectos relacionados al modelo molecular que incluyen un nuevo criterio que refiere a la manipulación del ADN y que influyen en la expresión de los genes: además persistieron modelos como el mendeliano general y específico notándose la disminución del primero y aumento del segundo, caracterizado por el de lenguaje científico, de representaciones de probabilidad, la comprensión de las relaciones alelo-gen-expresión fenotípica, de dominancia recesividad y de segregación. Sus niveles argumentativos se hallaron en el nivel 2, con estructuras predominantes como conclusiones-datos y garantías o conclusiones, datos, garantías y contraconclusiones que señalan el aumento

de componentes en el argumento cuyas fuentes se originaban de modelos de herencia postmendeliana, mendeliana (general o específica), de la interpretación.

- Frente a la propuesta didáctica, se plantea que los resultados obtenidos en la investigación podrían estar favorecidos desde una unidad didáctica orientada en fortalecer los procesos argumentativos en la cual fueron importantes aspectos como la estructura, basada en la propuesta de Álvarez (2013), preguntas orientadoras hacia el proceso argumentativo en contextos individuales y grupales cuyas actividades favorecía la interacción en la construcción de argumentos, la inclusión de temáticas sociocientíficas relacionadas a la discriminación genética y edición de genes que favorecieron el escenario en la construcción de argumentos, en el abordaje de temáticas y motivación de los estudiantes; y por último actividades de reflexión enfocadas a la autoevaluación que promueven reflexiones individuales y colectivas.
- Se reconocen que los procesos argumentativos podrían apoyar la movilización hacia modelos explicativos mendelianos y postmendelianos, a partir de actividades intencionadas que involucren la construcción de argumentos en diversos escenarios ya que la producción de estos contiene requerimientos propios característicos a cada nivel, que exigen del uso del lenguaje científico escolar, así como de la comprensión del fenómeno propio del modelo, promoviendo procesos de aprendizaje del concepto de manera gradual en contextos individuales y colectivos.

En estos últimos apartados se concluye respecto a los estudios de caso, correspondiente a los estudiantes Karen, Lina y Antonio que fueron analizados de manera particular.

- Para los estudios de caso se indica un movimiento del modelo (General y específico) al modelo postmendeliano; así como confusiones en los patrones de dominancia y codominancia, manejo del patrón de poligamia solo en uno de ellos y ausencia del patrón de Alelismo múltiple, posiblemente relacionado al tránsito hacia el modelo y la complejidad de algunos patrones de herencia; reducción de expresiones tautológicas y

persistencia del modelo mendeliano específico, con uso de lenguaje científico escolar e identificación de los principios mendelianos

- Se movilizaron sus argumentos del nivel 1 al nivel 2, donde inicialmente se caracterizaban por contener en su estructura conclusiones o conclusiones y datos con uso de lenguaje común y con datos que apoyaban desde vivencias y algunos términos provenientes del ámbito escolar; hacia el final de la investigación los argumentos estaban compuestos por conclusión – dato - garantía o conclusión – dato – garantía - contra conclusiones o conclusión – dato – garantía - respaldo y contra conclusión principalmente donde hacía empleo de lenguaje científico escolar en la mayoría de sus respuestas con reducción notable de lenguaje tautológico en dos estudiantes; El nivel 3 se halló en dos de estudiantes representado en tres de sus respuestas las cuales estuvieron vinculadas al modelo postmendeliano y molecular.

10 RECOMENDACIONES

- Fortalecer en las unidades didácticas que tienen un enfoque a la promoción de los procesos argumentativos actividades que involucren procesos individuales y grupales y que además incluyan aspectos sociocientíficos relacionados al ámbito de la herencia y preguntas orientadoras que promuevan la construcción de argumentos.
- Considerar los tiempos de desarrollo de la estrategia didáctica teniendo en cuenta a la argumentación como un proceso gradual y al modelo de herencia postmendeliano como un modelo que interactúa con otros conceptos por lo que puede presentar una complejidad para algunos estudiantes.
- Considerar actividades que permitan fortalecer la identificación de fuentes teóricas y autores que permitan a los estudiantes contar con elementos para la formulación de respaldos.
- Considerar para próximas investigaciones realizar un análisis a otros momentos de la investigación diferentes al inicial y final que permitan proporcionar datos respecto a los cambios que se presentan durante la ejecución de esta.
- Continuar con investigaciones frente a las relaciones de la argumentación y el concepto, además de incluir otros patrones de herencia que enriquezcan el modelo de herencia postmendeliano.
- Revisar la priorización en la inclusión de la herencia mendeliana en el currículo ya que esta es limitada excluyendo fenómenos del entorno relacionados a la herencia, los cuales tienen cabida en la herencia postmendeliana.

11 REFERENCIAS

- Álvarez, O. D. (2013). Las unidades didácticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales, Educación Ambiental y Pensamiento Lógico Matemático. *Rev. Las unidades didácticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Itinerario Educativo*, (62), p. 115-135. ISSN 0121-2753
- Amaya, G. y Pulido, M. (2017). Desarrollo de la competencia argumentativa cuando se trabajan situaciones problema contextuales en el campo de las leyes de Mendel (Tesis maestría) Universidad autónoma de Manizales, Tuluá, Colombia.
- Andréu, J. (2000). Las técnicas de análisis de contenido: una revisión actualizada. Fundación Centro Estudios Andaluces, Universidad de Granada. 10 (2) p. 1-34.
- Arribas, M. (2014). Diseño y validación de cuestionarios. *Matronas Profesión*. 5(17): 23-29
- Arzola, N., Muñoz, T., Rodríguez, G & Camacho, J. (2011). Importancia de los modelos explicativos en el aprendizaje de la biología. *Revista Ciencia Escolar: enseñanza y modelización*, 1(1), 7–16.
- Ayuso, G., (2000) La enseñanza de la herencia biológica y la evolución de los seres vivos. Fundamentación, planificación, aplicación y evaluación de una propuesta didáctica para la educación secundaria obligatoria (Tesis doctoral). Murcia: Universidad de Murcia. Recuperado en <http://www.redined.mec.es/oai/index.php?registro=018200000013>.
- Bahos, C. (2018) “Incidencia de los procesos argumentativos sobre la movilización en los modelos explicativos de los estudiantes del Grado octavo de la institución educativa rural Cauca en relación al concepto genética y herencia”. (Tesis maestría). Universidad Autónoma de Manizales. Manizales.
- Barros, J. (2013). La interacción en el aula y el discurso argumentativo en un proceso de aprendizaje de las ciencias. En Romero, A., Henao, B. y Barros, J. (Eds). *La argumentación en la clase de ciencias: Aportes a una educación en ciencias en y para la civilidad fundamentada en reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias* (pp. 167-209). Medellín, Colombia: Editorial Artes y Letras S.A.S.
- Betancourth, J. y Ortiz, M. (2011). Aproximación al estado del arte sobre la argumentación en la enseñanza de las ciencias (2005-2010) (tesis pregrado). Universidad del Valle, Santiago de

Cali. Colombia.

- Cadavid, J. y Giraldo, J. (2018) “Relación entre la argumentación y los cambios de los modelos explicativos del concepto de herencia genética en estudiantes de secundaria” (tesis maestría), Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira.
- Cardona, D. (2008). Modelos de argumentación en ciencias: una aplicación a la genética (Tesis doctoral). Centro de Estudios Avanzados en Niñez y Juventud alianza de la Universidad de Manizales y el CINDE, Manizales, Colombia.
- Cardona, D y Tamayo, O. (2009) Modelos de argumentación en ciencias: una aplicación a la genética. *Rev.latinoam.cienc.soc.niñez juv* 7(2): 1545-1571.
- Caregnato, R, y Mutti, R. (2006) Pesquisa qualitativa: análise de discurso versus análise de conteúdo. *Texto Contexto Enferm.*15(4):679-84
- Castillo, A. (2018) “los niveles argumentativos y el aprendizaje del concepto célula” (tesis de maestría). Universidad Autónoma de Manizales.
- Concari, S. (2001). Las teorías y modelos en la explicación científica: implicancias para la enseñanza de las ciencias. *Ciência & Educação.* 7(1), 85-94.
- Curtis, H., Barnes, N., Schnek, A. y Massarini, A. (2008). Biología. Editorial medica panamericana, Recuperado de:
https://books.google.com.co/books?id=mGadUVpdTLsC&printsec=frontcover&hl=es&redir_esc=y#v=onepage&q&f
- Deleón, Y. (2018) “Identificación de los niveles argumentativos y sus relaciones con los modelos explicativos que presentan los estudiantes del grado noveno en torno al concepto mutaciones” (tesis maestría). Universidad Autónoma de Manizales. Manizales.
- Erduran, S., Simon, S. y Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: developments in the application of Toulmin’s Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88 (6), 915-933
- González, A. (2015). “Estrategias metodológicas para la investigación del usuario en los medios sociales: análisis de contenido, teoría fundamentada y análisis del discurso”. *El profesional de la información*, 24 (3) pp. 321-328.

- González, A. (2014). Enseñanza-aprendizaje del concepto de herencia en estudiantes de básica secundaria rural (Tesis de maestría), Universidad Nacional de Colombia. Manizales; Colombia.
- González, O. González, M. & Ruiz, J. (2012). Consideraciones éticas en la investigación pedagógica: una aproximación necesaria. *Edumecentro*, 4(1), 1-5. Recuperado en 28 de febrero de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-28742012000100001&lng=es&tlng=es
- Greca, I y Moreira, M. (1998). Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, 15 (2), 107-120
- Griffiths, A. Miller, J. Suzuki, D. Lewontin, R & Gelbart, W. (2002) Genética. 7a. edición. Ed. Interamericana-McGraw Hill. Madrid.
- Henao, B. (2010) Hacia la construcción de una ecología representacional: aproximación al aprendizaje como argumentación, desde la perspectiva de Stephen Toulmin (Tesis doctoral) Universidad de burgos, Burgos.
- Henao, B. y Palacio, L. (2013). Formación científica en y para la civilidad: desafíos y posibilidades de la educación en ciencias. En Romero, A., Henao, B. y Barros, J. (Eds). La argumentación en la clase de ciencias: Aportes a una educación en ciencias en y para la civilidad fundamentada en reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias (pp. 23-70). Medellín, Colombia: Editorial Artes y Letras S.A.S.
- Henao, B. y Stipcich, M. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1), 47-62
- Hernández, S. y Mendoza, C. (2008). Estudios de caso. En Hernández, S., Fernández, C. y Baptista, M. (Eds). *Metodología de la investigación*. Sexta edición. México, D. F. México. McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. recuperado en http://highered.mheducation.com/sites/1456223968/student_view0/capitulos_1_a_13.html
- Hernández, S., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta edición. México, D. F. México. McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A.
- Iñiguez, F. (2005). La enseñanza de la genética: una propuesta didáctica para la educación secundaria obligatoria desde una perspectiva constructivista, (tesis doctoral). Universidad de Barcelona. Barcelona.

- Jiménez, A. y Fernández, P. (1987) el (desconocido) artículo de Mendel y su empleo en el aula. *Enseñanza de las ciencias*, 5 (3), 239-246
- Jiménez, M. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Colección Ideas Clave
- López, I. y Figueroa, A. (2014). Herencia poligénica, Reportes de investigación o prácticas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias de la Salud. Boletín científico, educación y salud. 2 (4). ISSN: 2007-4573.
- Maggi, A. (2012). ¿Cuál es el material hereditario? En Mandarás, M., Cobarcho, V., Galotti, L. y Maggi, A. (Eds). *Del gen a la proteína* (pp. 21-54). Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Educación de la Nación. ISBN 978-950-00-0924-9
- Martínez, S. (2015). El siglo de oro de la Genética, *Revista Eubacteria*. Cien años de avances en ciencias de la vida. 34. 83-90 ISSN 1697-0071 9.
- Mora, A. (2002). Obstáculos epistemológicos que afectan el proceso de construcción de conceptos del área de ciencias en niños de edad escolar. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, vol. III, núm. 5, mayo, 2002, pp. 75-89. Universidad de Costa Rica.
- Narváez, E. (2014). Resolución de situaciones problema en genética, como estrategia para aumentar los niveles de comprensión en educación básica secundaria, (tesis maestría). Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.
- Orrego, M. López, A. y Tamayo (2013). Evolución de los modelos explicativos de fagocitosis en estudiantes universitarios. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 1 (9), 79 – 106
- Pacheco, I. (2014). Rasgos de la estructura del argumento en los textos de los estudiantes de la especialización en gerencia en salud ocupacional de la universidad Jorge Tadeo Lozano (Tesis maestría), Universidad Sergio Arboleda, Bogotá, Colombia.
- Pájaro, P. Trejos, P., Álvarez, O. y Ruiz, F. (2017). “Argumentación y modelos explicativos de los estudiantes de séptimo grado en torno al concepto tejido muscular”. *Bio – grafía. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza. Memorias del IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental*. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. Edición Extraordinaria. 891 – 899
- PEI. (2015). IERV. Proyecto educativo institucional Educativo Rural Vanguardia. Villavicencio.

Colombia. Recuperado en <http://www.ierv.edu.co>

Pierce, B., (2010). *Genética: un enfoque conceptual*. Madrid, España. Recuperado en https://books.google.com.co/books?id=ALR9bgLtFhYC&pg=PA1&hl=es&source=gbs_selected_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false

Pinochet, J. (2015). El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión Argumentada. *Ciência & Educação (Bauru)*, 21(2), 307-327
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=251038426004>

Pinzón, G. y Sarmiento, R. (2014). Un aporte para la enseñanza de la transmisión de rasgos hereditarios desde una perspectiva histórica que fortalece la argumentación. Tesis (maestría). Universidad pedagógica nacional. Bogotá

Posada, J. (2015). La argumentación y su rol en el aprendizaje de la ciencia. *Revista Tesis Psicológica*, 10 (1), 146-160.

Pozo, J. y Gómez, M. (1998). Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Madrid: Morata.

Restrepo, O., Guzmán, J. y Romero, A. (2013). La experimentación cualitativa y exploratoria como escenario de procesos argumentativos en la enseñanza de las ciencias. En Romero, A., Henao, B. y Barros, J. (Eds). *La argumentación en la clase de ciencias: Aportes a una educación en ciencias en y para la civilidad fundamentada en reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias* (pp. 131-163). Medellín, Colombia: Editorial Artes y letras S.A.S

Revel, A. Couló, A. Erduran, S. Furman, M. Iglesia, P. Adúriz, A. (2005). Estudios sobre la enseñanza de la argumentación científica escolar. *Enseñanza de las ciencias*. Número extra. VII congreso. 1-5.

Rodríguez, B. (1995). La didáctica de la genética: revisión bibliográfica. *Enseñanza de las ciencias*, 13 (3), 379-385.

Rudas, Y. (2019). Niveles argumentativos a partir de la controversia sociocientífica técnicas de manipulación genética (tesis maestría). Universidad Autónoma de Manizales. Manizales.

Ruiz, C. Banet, E y López, L. (2017). Conocimientos de los estudiantes de secundaria sobre herencia biológica: implicaciones para su enseñanza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 14 (3), 550–569.

- Ruiz, J. Tamayo, O. Márquez, C. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educ. Pesqui., São Paulo*, 41(3), 629-646
- Sánchez, L. González, J. y García, Á. (2013). La argumentación en la enseñanza de las ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 9(1), 11-28.
- Sarda, J. y Sanmartí, N. (2000) Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias, *Enseñanza de las ciencias*. 18(3), 405-422
- Sayago, S. (2014). El análisis del discurso como técnica de investigación cualitativa y cuantitativa en las ciencias sociales. *Cinta moebio* 49: 1-10
- Soriano, M. (2014). Diseño y validación de instrumentos de medición. *Diálogos*. 14:19-40
- Soto, A., Duarte, A., Castro, A., Cortés, C., Mora, E., Mosquera, C., Parra, G. ...Tristancho, M. (2010). *Manual de implementación post primaria rural*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional. ISBN libro: 978-958-691-440-6 ISBN obra: 978-958-691-411-6
- Stenberg, S. (2019). La revolución biológica de la edición genética con tecnología. En ¿Hacia una nueva Ilustración? Una década trascendente (pp. 203-219). BBVA. Sociedad, Editorial Ciencia, Tecnología. Recuperado en <https://www.bbvaopenmind.com/wp-content/uploads/2019/02/BBVA-OpenMind-libro-2019-Hacia-una-nueva-Ilustracion-una-decada-trascendente-1.pdf>
- Sturtevant, A., (1965). *Una Historia de la genética*. Institute of Technology, Cold Spring Harbor Laboratory Pr. con Edward B. Lewis (Introducción). 2001. California. Recuperado en https://www.uniovi.es/esr/pp/una_historia_de_la_genetica.pdf
- Tamayo, O. (2013). Modelos y modelización en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. IX congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias: 3484-3487. Girona, septiembre.
- Tamayo, O. (2014). Pensamiento crítico dominio-especifico en la didáctica de las ciencias. *Tecné, episteme y didaxis: revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*. 36, p. 25-45.
- Tamayo, O. E., Zona, R., & Loaiza, Y. E. (2015). El pensamiento crítico en la educación. Algunas categorías centrales en su estudio. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 11(2), 111-133.

- Tamayo, O. Vasco, C. Suarez, M. Quiceno, C. García, L. Giraldo, A. 2011. *La clase multimodal: Formación y evolución de conceptos científicos a través del uso de tecnologías de la información y la comunicación*. Manizales: Universidad Autónoma de Manizales.
- Tamayo, O. y Ruiz, F. (2016). Relaciones teóricas y metateóricas entre la pedagogía y la didáctica. *Nuevos escenarios en la docencia universitaria*. 439-444. ISBN 978-84-15524-32-8.
- Tamayo, O. Orrego, M y Dávila, A. (2014). Modelos explicativos de estudiantes acerca del concepto de respiración. *Biografía - Escritos sobre la Biología y su enseñanza*. 7(13) ISSN 2027-1034. pp. 129 - 145
- Tinto, J. (2013). El análisis de contenido como herramienta de utilidad para la realización de una investigación descriptiva. Un ejemplo de aplicación práctica utilizado para conocer las investigaciones realizadas sobre la imagen de marca de España y el efecto país de origen. *Provincia*, (29), 135-173.
- Toulmin, S. (2003). *Los usos de la argumentación*. Traducción. Barcelona, España: Ediciones península.
- Trujillo, C. (2018). “Aporte de la argumentación al cambio en los modelos explicativos sobre equilibrio ecológico” (tesis maestría). Universidad Autónoma de Manizales. Manizales.
- Vallejo, J. (2019). Fortalecimiento de la estructura argumentativa del tema de genética mendeliana “leyes de Mendel” utilizando laboratorios virtuales (stargenetics y simulador de genética), en los estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa San José. (tesis maestría). Universidad Autónoma de Manizales. Manizales.
- Vasco, C. (2014). Procesos, sistemas, modelos y teorías en la investigación educativa. En: Mosquera, C.J. (Ed.). *Perspectivas educativas. Lecciones inaugurales*. (pp. 25 - 75). Bogotá. Fondo de publicaciones de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://www.iao.edu.co/sites/default/files/INFO-CARLOS%20VASCO.pdf>
- Velásquez, D. (2008). Las leyes de Mendel y el concepto de la herencia: Una Interpretación desde una perspectiva histórica y Epistemológica de las ciencias y un análisis de la influencia de los textos Escolares en su aprendizaje (Tesis pregrado). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

12 ANEXOS

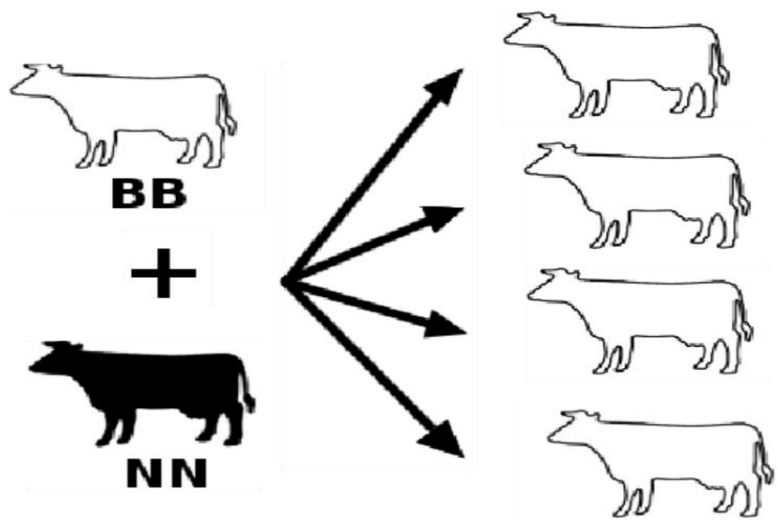
ANEXO 1. INSTRUMENTO DE INDAGACIÓN



Para realizar el siguiente cuestionario es importante contestar cada una de las preguntas justificando tus respuestas de acuerdo a lo que crees que sucede en cada uno de los casos. Recuerda hacer uso de todo el espacio destinado para la respuesta.

1. En el reinado nacional de la belleza desfilan mujeres de todas partes del país, todas con características físicas muy diferentes tales como color de ojos, color de cabello, color de piel entre otros ¿Por qué crees que existen estas diferencias físicas entre las candidatas? Justifica tu respuesta

2. Colorea las crías resultantes de acuerdo al patrón de color que creas heredará de sus padres.



Adaptado de <https://goo.gl/images/WnT98J>

¿Qué patrón de color usaste para colorear las crías? _____

¿Por qué crees que las crías tendrán ese patrón de color?

3. Sandra Sastoque una joven modelo le preocupa presentar una condición que ha venido observando en sus tíos y su abuelo materno conocida como hipertrichosis auricular, en la cual se posee vello en el pabellón de la oreja como se observa en la imagen.



<https://goo.gl/images/oFhKm4>

¿Crees que Sandra puede presentar esta condición? _____

¿Por qué?

4. La Abuelita de Santiago tiene un huerto en el cual siembra plantas *Canna indica* conocidas comúnmente como Achira de color rojo y de color amarillo. La semana anterior la abuela observó entre sus plantas, unas flores manchadas con color amarillo y rojo como la que aparece en la imagen, lo que la inquieta bastante ya que no entiende por qué está ocurriendo esto en su jardín.



<https://goo.gl/images/ws5mfA>

¿Por qué se presenta esta coloración en las plantas del jardín?

5. El 17 de abril se conmemora en Colombia el Día Mundial de la Hemofilia, con el objetivo de compartir experiencias e historias que permitan que se fortalezca el conocimiento de la enfermedad. Si observas la infografía te darás cuenta que afecta en su mayoría a los hombres ¿Por qué crees que ocurre esto?



Tomado de <http://elsiglo.com.pa/panama/falta-medicamentos-golpea-hemofilicos/23859742>

6. Luego de un examen de la visión Sofía se encuentra irritada con sus hermanos quienes le molestan diciéndole que no es hija de sus padres, ni su hermana, ya que en la familia es la única en cuyo examen no fue diagnosticada miopía. ¿Por qué a pesar de que sus hermanos y sus padres tienen miopía ella no padece esta enfermedad?

7. En una clínica del Meta se presentó el nacimiento de Julián un niño que fue intercambiado luego de nacer, por lo cual los médicos decidieron realizar un examen de sangre para determinar el grupo sanguíneo y así verificar el vínculo de este con sus padres, obteniendo resultados que corroboraron la paternidad de estos; sin embargo, su padre no comprende cómo llegaron a esa conclusión ya que su tipo de sangre es B, el de su esposa es A y el del niño es O. ¿Por qué puede ocurrir esto? Justifique su respuesta

ANEXO 2. GUIA ACTIVIDAD ARGUMENTACIÓN



MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO
INSTITUCIÓN EDUCATIVA RURAL VANGUARDIA
 SEDES: CAIRO ALTO, CAIRO BAJO, LA POYATA, SAN JOSÉ, DIVINA PROVIDENCIA,
 QUEBRADA LA HONDA, PUENTE ABADÍA, LOURDES, SANTA HELENA.
 CÓDIGO DANE 250001000655 NIT:822.004.409-9



GUÍA 2	La argumentación	DOCENTE: CAROLINA CASAS
Propósito: identifico aspectos generales de la argumentación en ciencias naturales.		
NOMBRE:	FECHA	CURSO

LO QUE SABEMOS: De acuerdo a la siguiente imagen ¿Qué situación ocurre en la historieta?



Tomado de <http://veroespindola.com/como-redactar-un-texto-argumentativo/>

APRENDAMOS ALGO NUEVO: En grupo a partir de la socialización de la docente respecto a los aspectos relacionados a la argumentación definir:

Argumentar: _____

Falacia: _____

Algunos tipos de falacias: _____

Componentes de un argumento: _____

EJERCITEMOS LO APRENDIDO: A partir de uno de los textos, subraye las estructuras del argumento teniendo en cuenta para la Conclusión (amarillo), datos (verde), Garantías (azul), Respaldo (rojo), refutación (gris)

1. Más del 80% de los accidentes registrados el año pasado, mostraban la asociación joven/alcohol. De ahí que el consumo de alcohol entre los conductores jóvenes es el principal responsable de los accidentes de ruta en los fines de semana. Por eso, es muy posible que el accidente sufrido por Juan se deba al consumo de 3 alcohol, ya que se probó que había bebido a través del análisis de alcoholemia. De todas maneras, no debe

descartarse que el peritaje mecánico encuentre algún desperfecto en el automóvil que conducía y, en consecuencia, nuestra conjetura inicial podría llegar a desecharse.

2. No cabe duda que la epidemia fue causada por la infección bacteriana llevada de una sala otra del hospital por el servicio de alimentación. Nuestras pruebas excluyeron todo lo demás y finalmente encontraron un defecto en los equipos de limpieza de la cocina. El defecto de los equipos de limpieza explica este tipo de epidemia. Y esto lo sabemos porque la experiencia científica acerca de la detección de bacterias de origen hídrico, siempre recurre a las pruebas con los elementos próximos que se han empleado en el tratamiento de los pacientes

Tomado de <https://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/logica/TP3%20-%202011.pdf>

APLIQUEMOS LO APRENDIDO: En grupo y con base al siguiente enunciado construir una respuesta que contenga las estructuras de un argumento: “es necesario que no se permita el uso de celulares durante la clase”

LA TRANSMISIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS HEREDITARIAS

Excepciones



Unidad Didáctica

AUTORES:

**PATRICIA CAROLINA CASAS MARTÍNEZ
OMAR DAVID ÁLVAREZ TAMAYO**



Propone explicaciones a situaciones contextuales relacionadas a la transmisión de los caracteres hereditarios

Comprende la forma en que los principios genéticos Mendelianos y postmendeliano explican la herencia y el mejoramiento de las especies existentes

Promover procesos argumentativos para el aprendizaje del concepto mecanismos de transmisión de caracteres hereditarios

PROPÓSITOS

MOMENTO UNO



Para realizar el siguiente cuestionario es importante contestar cada una de las preguntas justificando tus respuestas de acuerdo a lo que crees que sucede en cada uno de los casos. Recuerda hacer uso de todo el espacio destinado para la respuesta.

1. Aplicación instrumento de indagación (Ver Anexo 1)



50 min.



a. ASPECTOS DE LA HISTORIA DE LA TRANSMISIÓN DE LOS CARACTERES HEREDITARIOS.

(Texto adaptado de González 2014)

Una de las primeras teorías que proponían como los niños heredaban características de sus progenitores fue la **pangénesis** de Hipócrates (460- 377 a.C.), la cual planteaba que "pequeños elementos representativos de todas las partes del cuerpo paterno se concentraban en el semen y eran transmitidos a la progenie en el momento de la concepción dando origen a las partes correspondientes en el embrión"

Posteriormente, Aristóteles (384-322 a.C.) rechazó lo planteado por Hipócrates indicando que el semen paterno contenía un plan con instrucciones (informe) precisas para modelar la sangre de la madre; es decir que él consideraba la necesidad de la transmisión de la información para el desarrollo embrionario y consideraba que tanto los machos como las hembras contribuían en la descendencia, existiendo una gran controversia en el aporte de ambos sexos. Durante esta época se creía en la herencia de características adquiridas, donde los rasgos que cada individuo adquiría durante su vida podrían ser transmitidos a sus descendientes.

Luego hacia mediados del siglo XVII el médico Reinier de Graaf propuso que los nuevos individuos se preformaban dentro del cuerpo materno y que del padre solo proveía la chispa vital necesaria para comenzar el desarrollo del embrión. Esta teoría fue aceptada en la época para explicar la herencia y fue conocida como la teoría del

preformacionismo o preformista, que además sostenía que todas las generaciones de la humanidad se encontraban preformadas como un pequeño organismo al que denominaron Homúnculo (palabra proveniente del latín *homúnculos* que significa hombrecillo).

A principios del siglo XIX los partidarios del preformacionismo se dividían en dos grupos: **animalculismo o espermistas** quienes defendían que el organismo preformado se encontraba en el espermatozoide, y **ovismo** aquellos que lo situaban en el óvulo sin fecundar. Es claro que en estas posturas la transmisión de caracteres implicaba a uno solo de los progenitores, lo cual a mediados del siglo XIX a partir de investigaciones con plantas se quedó sin fundamento, luego de demostrarse que independientemente del polen que fecunde el óvulo, ambas contribuían a las características de la nueva planta.

Hacia 1809 el zoólogo Jean Baptise Lamarck argumentó que las adaptaciones de los seres vivos al medio ambiente, se fijan y se propagan a las generaciones sucesivas, por lo que estos caracteres (**caracteres adquiridos**) se volvían heredables y aparecían como respuesta a las necesidades de la especie, resultado de la lucha con el medio; además que el tamaño y la fijación de estas características dependían de lo que él denominó "el uso y falta de uso" lo cual se hereda a través de las generaciones.

Ya en 1856 Darwin un poco más a favor de la teoría de la pangénesis indicó que las células del cuerpo de un organismo emiten pequeñas gémulas, que se comportan como entidades independientes que son almacenadas en los órganos reproductores y en el momento de la fecundación, la unión de los gametos provoca la mezcla de las gémulas de los dos progenitores.

A finales del siglo XIX quizás la hipótesis más ampliamente conocida para explicar la herencia fue la **herencia mezcladora**, la cual proponía que cuando se combinan los óvulos y los espermatozoides, se produce una mezcla de material hereditario que resulta en una combinación semejante a la mezcla de dos tintas de diferentes colores. Según esta hipótesis, podría predecirse que la progenie de un animal negro y de uno blanco sería gris y que, a su vez, su progenie también lo sería, pues el material hereditario blanco y negro, una vez mezclado, nunca podría separarse de nuevo.

También hacia finales del siglo XIX August Weismann plantea la **teoría del germoplasma** la cual consideraba que la herencia únicamente se transmitía a través de unas células llamadas germinales y aunque su trabajo no tenía una gran comprobación experimental, él diferenciaba entre un plasma somático que constituiría el cuerpo de los organismos y un plasma germinal que se transmite de generación en generación, especificando que ambos factores serían independientes de modo que una modificación del plasma somático no sería transmitida a los descendientes.

Por esa misma época, un monje llamado Gregor Mendel cultivó plantas de guisantes en un pequeño jardín del monasterio con el objetivo de aparear o *cruzar* estas plantas y determinar **el patrón de transmisión de las características de los padres a sus descendientes**. Él analizó con detalle siete pares de características de la semilla y la planta cada una con dos formas alternativas que podían identificarse con claridad y después de varios años llegó a la conclusión que

1. "Las características de las plantas eran gobernadas por factores (o unidades) de herencia (que más tarde fueron llamadas genes), indicando que cada planta poseía dos copias del gen que controlaba cada rasgo o característica (más tarde se llamaría alelo) los cuales provenían de cada progenitor y podían ser idénticos o no entre sí, presentándose en el caso de los siete rasgos estudiados en la investigación que uno de ellas dominara (Alelo dominante) sobre otra (alelo recesivo) enmascarando la existencia del otro
2. Cada célula reproductiva (o *gameto*) producida por una planta sólo contenía una copia del gen correspondiente a cada rasgo. Un gameto particular podía contener el alelo recesivo o el dominante para un rasgo determinado, pero

no ambos. Cada planta se origina por la unión de un gameto masculino con uno femenino, por consiguiente, de los dos alelos que gobiernan cada rasgo en una planta, uno se hereda del progenitor femenino y el otro del progenitor masculino. En cada planta los dos alelos que controlan un rasgo permanecen unidos durante toda la vida, pero se separan (o *segregan*) durante la formación de los gametos.

3. La separación del par de alelos correspondientes para un rasgo no tiene efecto sobre la separación de alelos para otro rasgo. Por ejemplo, un gameto particular puede recibir un gen paterno que controla el color de la semilla y un gen materno que controla la forma de dicha semilla.

Aportes siguientes fueron hechos hacia el estudio del material hereditario entre ellos Miescher quién descubrió una sustancia a la cual denominó nucleína e indicó que las proteínas eran la molécula de la herencia, por lo que se le dio el mérito años más tarde de descubridor de la molécula de ADN. También Eduard Zacharias y Walther Flemming demostraron que el núcleo contenía la nucleína descrita por Miescher, pero además que los cromosomas estaban compuestos de una mezcla de proteínas y nucleína, lo que direccionó las investigaciones hacia el rol de los cromosomas y la nucleína en la herencia como portadores de la herencia.

A Principios del siglo XX William Batenson acuñó el término de genética para dar nombre al campo de la biología que se encargaba de investigar las leyes gobernantes de la herencia y variabilidad de individuos. Este autor sostenía que el proceso por el cual se transmiten a un hijo las semejanzas con sus progenitores era tan oscuro y misterioso como el origen de los relámpagos lo fue para el hombre primitivo.

En este tiempo se observa en cuanto a la herencia mendeliana que sus aplicaciones se limitan a cruzamientos simples ya que las extensiones y excepciones son bastantes, aunque no invalidan las leyes de Mendel, sino que se explican desde la distribución y segregación independiente de las parejas génicas y también desde la existencia de caracteres determinados por más de dos alelos y la interacción entre distintos genes de una especie; todo esto da cabida a la llamada **genética postmendeliana**.

En 1903 Johanssen resaltó la diferencia entre variaciones producidas por el ambiente; al mismo tiempo Batenson afirmó que la estatura podría venir determinada por numerosos genes ya que esta depende de muchos elementos diferentes que varían independientemente, lo que fue apoyado por Morgan y Pearson, pero más desarrollado por Nilsson-Ehle en 1908 y 1909 quién aplicó la idea de los numerosos genes mendelianos y de efectos difusores de las diferencias ambientales.

En 1904 Cuénot con experimentos de cruces en ratones marca el descubrimiento del alelismo múltiple que implica a más de dos formas alélicas de un mismo gen localizadas en el mismo locus; él demostró que el número de alternativas para un gen particular no tiene que estar limitado a dos.

En 1910 Thomas Hunt Morgan validó la **teoría cromosómica** de la herencia mediante sus experimentos con la mosca de la fruta *Drosophila melanogaster*; planteó a partir de sus observaciones en individuos machos que poseían como carácter exclusivo el color de ojos blancos, que existe relación entre la herencia de caracteres propuesta por Mendel y el sexo del individuo, de igual forma sus estudios permitieron relacionar un carácter con su ubicación en los cromosomas.

Continuando con la tendencia hacia estudios en la molécula de la herencia, el bioquímico austriaco Edwin Chargaff en 1949 estudio la composición química de la molécula de ADN, sus estudios revelaron que la molécula contenía un tipo de azúcar denominado desoxirribosa, un grupo fosfato y cuatro bases diferentes llamadas, adenina, guanina, citosina y timina. Chargaff descubrió que la cantidad de adenina en la molécula de ADN siempre era igual a la cantidad de timina, y que la cantidad de citosina era equivalente a la de guanina, esta relación llamada ley de Chargaff, ayudó a los científicos a comprender posteriormente la estructura tridimensional de la molécula.

Los científicos James Watson y Francis Crick en 1953 mostraron el primer modelo de la molécula de ADN; indicando además que el orden de los nucleótidos cambia, que dicha molécula guarda y codifica información y que las bases nitrogenadas que la componen se aparejan (adenina con timina y citosina con guanina); por lo que asignan funciones al ADN como la de almacenar información de las características hereditarias y la de transmitir dicha información a través de su replicación para el paso de la célula madre a células hijas.

En cuanto a las características de la molécula, Meselson y Stahl en 1957 demostraron que el ADN nuevo es copiado y construido de una molécula preexistente en una etapa de la división celular (replicación semi conservativa). En 1990 J. Craig Venter y Francis Collins hicieron parte del proyecto denominado genoma humano cuyo objetivo era secuenciar (determinar el orden de las bases) en su totalidad el ADN de un organismo considerando que el genoma humano consta de entre 20000 y 25000 genes que se encuentran distribuidos en los 23 pares de cromosomas que se encuentran en el núcleo de la célula. Son muchos los aportes relacionados a la transmisión de caracteres hereditarios de finales del siglo XIX y XX los cuales, aunque no son mencionados en la lectura, sin embargo, son importantes considerarlos para comprender más acerca de cómo se transmiten las características hereditarias, por lo que te animo a que indagues mucho más acerca del tema.

b. ASPECTOS DE LA MOLÉCULA DE LA HERENCIA

El núcleo celular es un organelo encontrado en todas las células, en algunos rodeado de una membrana nuclear y en otras sin ella. Si detallamos el núcleo de una célula eucariota encontraríamos la envoltura nuclear que lo separa del citoplasma, la cromatina que está compuesta de ADN y proteínas asociadas llamadas histonas, el nucléolo que es un sitio donde se sintetiza ADN Ribosomal, el carioplasma que consiste en una fase acuosa en la que hay proteínas no unidas al ADN o al ARN, cofactores y minerales, por último la matriz nuclear que viene siendo un esqueleto filamentosos que da soporte a los cromosomas y complejos proteicos que se necesitan para que el ADN se pueda replicar (copiar) o Transcribir (copiarse a ADN mensajero).

Como mencionábamos y de acuerdo a sus componentes la función del núcleo es almacenar la información genética en forma de ADN, permitir en su interior la duplicación de este, producir ARN ribosomal y mensajero y de manera más amplia se puede decir que dirige, regula y ejecuta actividades que ocurren en el citoplasma a partir de la expresión de los genes.

Dentro del núcleo una cadena de ADN se puede observar en dos formas básicas de acuerdo a su condensación (forma como esta empaquetado) la cromatina y los cromosomas; en la primera el ADN se encuentra en forma de largas hebras y en la segunda gracias a que la cromatina se condensa (es decir se enrolla y se empaqueta) se observa visible y en hebras más cortas, ya que se encuentra recogido o aglomerado.

En cuanto a los cromosomas es posible identificar dos tipos, los somáticos y los sexuales. En los primeros se encuentra la mayor parte de la información genética o hereditaria (las características o rasgos de un organismo asociados a estos cromosomas se denomina herencia autosómica) y en los segundos se encuentran características asociadas al sexo de los individuos. Cada célula contiene pares de cromosomas que tienen la misma disposición de la secuencia del ADN, uno proveniente de la madre y otro del padre, a estos se les llama cromosomas homólogos.

La molécula de ADN está formada por dos cadenas que contienen unas unidades llamadas nucleótidos (es la unión de una base nitrogenada, un azúcar llamada desoxirribosa y un grupo fosfato), los cuales se unen en una misma cadena por los grupos fosfato y con la cadena compañera a partir de sus bases nitrogenadas, de tal forma que la adenina (A) se une a la timina (T) y la citosina (C) a la guanina (G); dichas uniones entre las dos cadenas hacen que se enrollen entre si formando una hélice.

Una secuencia de nucleótidos o un fragmento de ADN es conocido como un gen y cada uno de ellos determina una característica ‘particular en un individuo, por lo que muchas veces se refieren a ellos como unidades de información genética. Cada gen tiene una ubicación específica dentro del cromosoma denominada locus y la forma como se expresa el gen se conoce como alelo considerándose este último como una forma alternativa de la información, es decir que el gen que dictamina las características para color de ojos puede tener variantes, formas alternativas o alelos como lo son verde, café y negro.

En los alelos, las secuencias de pares nitrogenadas son ligeramente diferentes, sin embargo, esto modifica la expresión de la información genética es decir la característica física o fenotipo de un individuo, por lo que un gen para cabello podrá expresar diversos alelos haciendo que el fenotipo de una persona pueda ser cabello negro, rojizo o rubio.

Los cromosomas se pueden identificar por pares o cromosomas homólogos, es decir cromosomas que contienen los mismos genes, pero cada uno con alelos distintos ya que uno provino del padre y otro de la madre durante la fecundación (en el caso de los seres humanos 23 madre y 23 del padre); estos alelos según su grado de expresión dominan o no determinando un fenotipo. En el caso de que los alelos sean iguales en un par de cromosomas homólogos se dirá que dicha característica es homocigota, con la particularidad de que si los dos son dominantes se denominara homocigoto dominante y si los dos son recesivos serán homocigotos recesivos, pero si los alelos son diferentes y uno domina sobre el otro indicará que esta característica es heterocigoto.

A. ASPECTOS DE LA HISTORIA DE LA TRANSMISIÓN DE LOS CARACTERES HEREDITARIOS”

1. Luego de realizar la lectura A. “aspectos de la historia de la transmisión de los caracteres hereditarios” responde las siguientes preguntas



1 hora.

- a. ¿Cuál crees fue el aporte más importante para comprender como se transmiten los caracteres hereditarios?
- b. ¿En qué te basas para considerar este aspecto como el más importante?
- c. ¿Qué otros aspectos pueden respaldar tu respuesta?
- d. Reúnete con tu grupo y escojan una propuesta para ser compartida al curso (ten en cuenta las preguntas planteadas)

2. En la lectura de la sesión “Aprendamos algo nuevo”, se reúne información acerca de los diversos aportes frente a la transmisión de los caracteres hereditarios; con tu grupo y con base en esta información crearás una secuencia cronológica de los principales eventos que describieron como se transmitían los caracteres hereditarios, explicitando la idea de cada postulado y los aspectos que apoyan dicha propuesta. Para esto podrás hacer uso del programa TimeRime, en el siguiente link https://www.preceden.com/?utm_source=timerime&utm_campaign=404&utm_content=/es/
Aquí podrás encontrar una orientación para la realización tu línea clave tiempo genética <http://www.enlanubetic.com.es/2013/09/timerime-lineas-de-tiempo-interactivas.html>



1 hora
Extra clase

¡Importante! Antes de empezar deberás describir tu plan de trabajo.

Actividad	Responsable

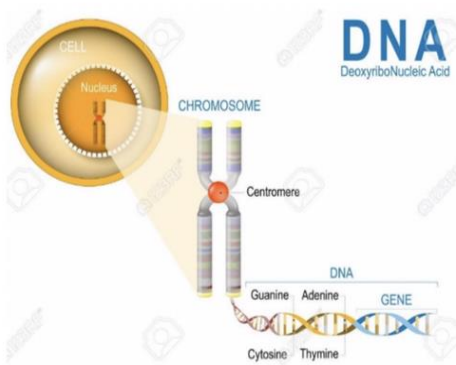
B. MOLÉCULA DE LA HERENCIA



2 horas

En esta actividad luego de realizar la lectura b., debes observar junto a uno de tus compañeros las siguientes imágenes y responder cada uno de los interrogantes

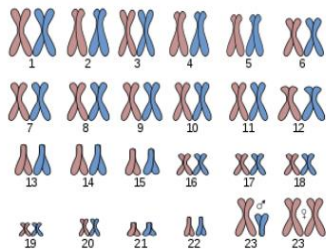
- ¿Cómo se llaman las estructuras que observas en la imagen? b. ¿Para qué sirven? c. ¿Cuál crees que es la relación entre cada una de las estructuras en la imagen? d. ¿En qué te basas para decir eso?



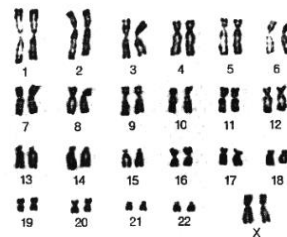
https://es.123rf.com/photo_83407750_c%C3%A9lula-cromosoma-adn-y-gen-estructura-celular-la-mol%C3%A9cula-de-adn-es-una-doble-h%C3%A9lice-un-gen-es-una-longitu.html

a.
b.
c.
d.

- Las dos imágenes representan los cromosomas presentes en una célula somática humana. El ella debes señalar cuales son cromosomas homólogos, cromatides hermanas, cromosomas somáticos y sexuales.

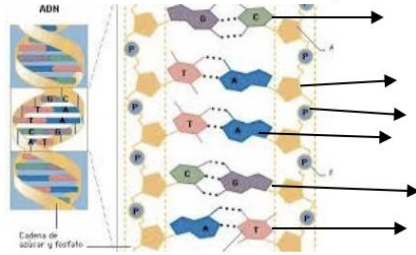


Tomado de <https://goo.gl/images/fM4Juf>



Tomado de <https://goo.gl/images/t14>

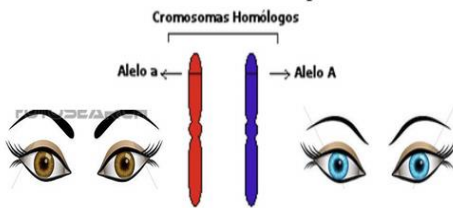
3. a. Escribe el nombre de las estructuras que señalan las flechas. b. ¿tienen algún orden específico?



Tomado de <http://losrelatosdesamid.blogspot.com/2013/02/adn-genes.html>

b.

4. De acuerdo a la imagen a. ¿Cuál crees que es el gen? b. ¿Cuál crees es el alelo A y el B? c. ¿Por qué cada cromosoma tiene diferente color? Justifica tu respuesta.



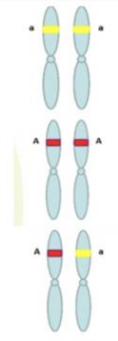
a.
b.
c.

5. En la siguiente grafica relaciona el texto con la imagen

Homocigoto recesivo: cuando un organismo presenta en sus cromosomas alelos iguales para un mismo gen, siendo esta característica recesiva.

Homocigoto dominante: cuando un organismo presenta en sus cromosomas alelos iguales para un mismo gen, siendo esta característica dominante.

Heterocigoto: cuando un organismo presenta en sus cromosomas alelos diferentes para un mismo gen, siendo un alelo dominante y el otro recesivo.

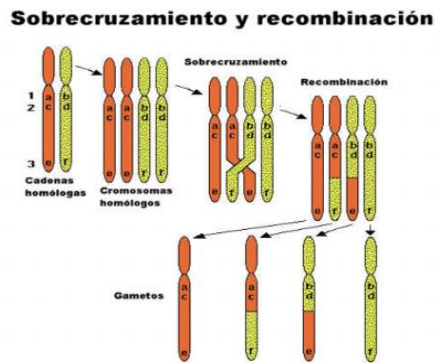


6. A partir de la observación del video “meiosis”
<https://www.youtube.com/watch?v=As2z4eHUJUC&feature=youtu.be>

- a. Explica cómo ocurre el intercambio de genes en la meiosis

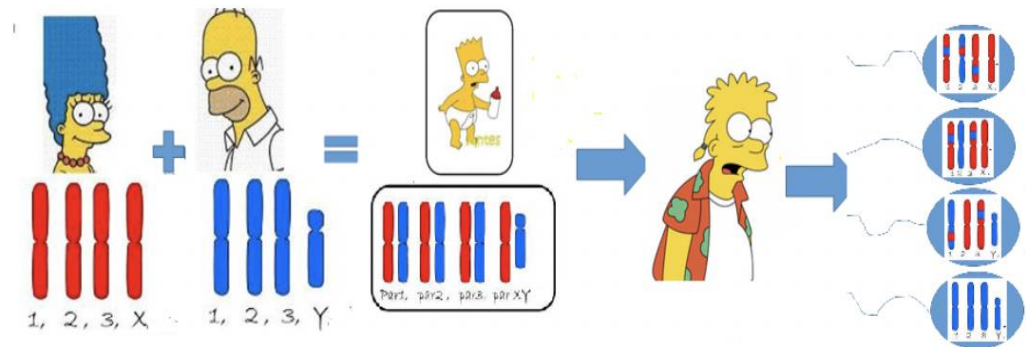


b. Explique lo que ocurre en la siguiente imagen



<https://images.app.goo.gl/imxy42U5gMCiGPt6>

7. Usando como respaldo teórico las leyes de Mendel y la meiosis, explica lo que ocurre en la siguiente imagen a nivel de los cromosomas.



Adaptado de http://www.genomasur.com/BCH/BCH_libro/capitulo_16.htm

¿Teniendo en cuenta la meiosis y las leyes Mendel qué ocurre a nivel de los cromosomas en la imagen?
¿En qué te basas para afirmar esto?
¿Qué aspectos apoyan o confirman tu respuesta?
¿Qué respaldo teórico puede apoyar tu respuesta?



Con el desarrollo del proyecto del genoma humano y el conocimiento de los genes vienen tomando fuerza algunos aspectos frente a la manipulación y a la discriminación por causas genéticas. Reúnete con tu grupo, lee el artículo “La discriminación genética es ya una realidad en todo el mundo” del periódico El País del 2017 en https://elpais.com/elpais/2017/07/06/ciencia/1499355309_012697.html, contesta las siguientes preguntas y socializa con el curso.



- a. ¿Estás de acuerdo que las características genéticas y la expresión de determinados alelos puedan ser fuente para la discriminación? si ___ no ___ ¿Por qué? ¿en qué basas tu respuesta? ¿Qué aspecto podría hacer cambiar tu opinión?



Para realizar la siguiente actividad es importante contestar cada una de las preguntas justificando tus respuestas. Recuerda hacer uso de todo el espacio destinado para la respuesta.



CUADRO CONTROL DE PROGRESO

Momento uno		
AUTOEVALUACIÓN	¿Qué conceptos utilice en cada una de las preguntas y como se relacionan entre sí?	
	¿Qué utilidad tiene para mí lo que aprendí?	
	¿Qué estrategia debo hacer para mejorar?	
COEVALUACIÓN	¿Cuáles son los aspectos positivos del desempeño?	
	¿Qué se debe corregir y por qué?	
	¿Qué le recomendarías para mejorar su desempeño en esta actividad?	
REFLEXIÓN	¿En qué estás de acuerdo con la evaluación de tu compañero?	
	¿En qué estás en desacuerdo con la evaluación de tu compañero?	
Nombre de evaluador		
Estrategia para la superar las dificultades		

MOMENTO DOS



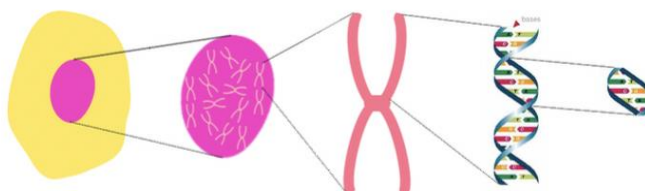
1 hora

Para realizar el siguiente cuestionario es importante contestar cada una de las preguntas justificando o explicando sus respuestas de acuerdo a lo que usted cree que sucede en cada uno de los casos. Recuerde hacer uso de todo el espacio destinado para su respuesta.

1. ¿Cuáles fueron las principales propuestas que explicaron la transmisión de los caracteres hereditarios? ¿En qué consistían?

2. ¿Cuál de las propuestas consideras la o las más erradas? ¿Por qué? ¿En qué te basas tu respuesta?

3. A partir de la imagen ¿Cuál es la relación entre la célula, el núcleo, los cromosomas, el ADN, gen y alelos? Justifica tu respuesta



<http://eatthisroot.blogspot.com/2015/05/65-genes-y-mutaciones.html>

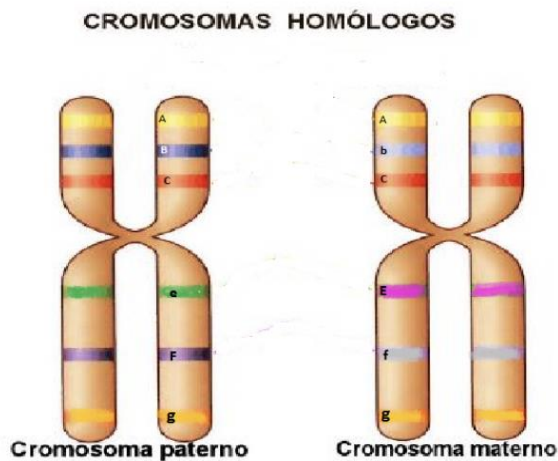
4. De acuerdo a la imagen escribe el gen correspondiente y los alelos



<https://sites.google.com/site/portafoliodebiologiaiiaimsc/bloque-ii>

Gen:
Alelos:
Gen:
Alelos:
Gen:
Alelos:

5. La siguiente imagen corresponde a un par de cromosomas de una célula (uno paterno y uno materno) donde se ilustran los alelos. Escribe en el recuadro los alelos teniendo en cuenta si es homocigoto dominante, homocigoto recesivo o heterocigoto.

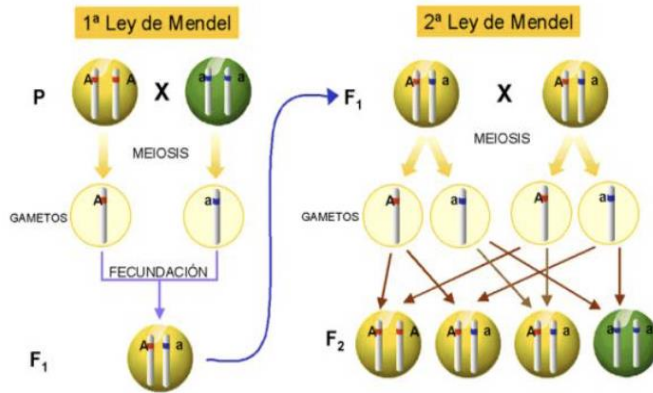


Ejemplo Gen 1: Homocigoto dominante
Gen 2:
Gen 3:
Gen 4:
Gen 5:
¿En qué te basas para dar soporte a tus respuestas?

Adaptado de <https://brainly.lat/tarea/6377013>

6. ¿Son diferentes las expresiones homocigoto dominante, homocigoto recesivo y heterocigoto? Justifica y ejemplifica tu respuesta.

7. Usando como respaldo teórico las leyes de Mendel, explica lo que ocurre en la siguiente imagen a nivel de los cromosomas



<https://goo.gl/images/z76NvT>

8. En la actualidad viene tomando fuerza la discriminación basada en la información genética, en la cual las personas son tratadas injustamente debido a diferencias en su ADN que aumentan sus probabilidades de contraer una enfermedad específica. Cada persona tiene docenas de diferencias en su ADN que pudieran aumentar o disminuir sus probabilidades de contraer una enfermedad tal como la diabetes, enfermedades del corazón, cáncer o enfermedad de Alzheimer. Lo que hace que por ejemplo una aseguradora médica pueda rehusarse a darle cobertura a una mujer que tenga una diferencia en su ADN que aumente sus probabilidades de contraer cáncer de mama o que los empleadores usen esta información sobre el ADN para decidir contratar o despedir a trabajadores.

Tomado <https://www.genome.gov/27562854/ley-antidiscriminatoria-sobre-informacin-gentica-de-2008/>

¿Estás de acuerdo de que las características genéticas y la expresión de determinados alelos puedan ser fuente para la discriminación? si ___ no ___ ¿Por qué? ¿En qué basas tu respuesta?

A. “TRANSMISIÓN DE LOS CARACTERES HEREDITARIOS”



Extra clase

En grupos (tres estudiantes) escoger una de las lecturas que corresponden a los modelos que explican la transmisión de los caracteres hereditarios y leerla detalladamente.

B. EXCEPCIONES DE LAS LEYES MENDELIANAS

En casa revisar la siguiente lectura

Los principios mendelianos son una base para predecir el resultado de los cruces simples, sin embargo, en el mundo real de los genes y los cromosomas es más complejo y las excepciones son abundantes, aclarando que estas no invalidan estas leyes, sino que demuestran que hay otras situaciones en la transmisión de caracteres hereditarios.

Excepciones importantes corresponden a que no todos los caracteres están determinados por un par de alelos, ya que existen también interacciones entre los distintos genes de una especie y además no todos los caracteres se segregan siempre en forma independiente, muchos se hallan "ligados".

Algunos ejemplos de estas interacciones son la dominancia incompleta, codominancia, alelos múltiples, poligénia, pleiotropía, y herencia ligada al sexo.

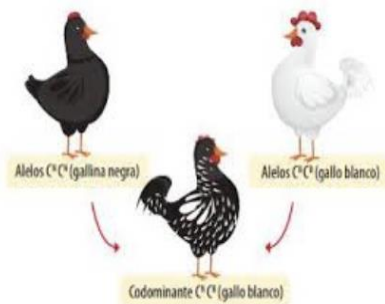
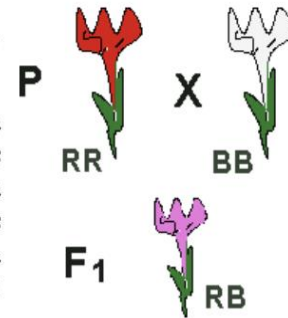


C. ALGUNOS EJEMPLOS

Tomado de http://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/g09-cie-b1-p5_doc_0.pdf:

Más allá de los alelos dominantes y recesivos A pesar de la importancia del trabajo de Mendel, hay excepciones para la mayoría de sus principios. Por ejemplo, no todos los genes muestran patrones de herencia simples. En muchos organismos, la genética es más complicada porque la mayoría de los genes tienen más de dos alelos. De igual manera, muchos rasgos importantes están controlados por más de un gen.

Dominancia incompleta: Un cruce entre dos plantas conocidas como Dondiego de noche (*Mirabilis jalapa*) presentan una excepción común a los principios de Mendel. Algunos alelos no son ni dominantes ni recesivos. La generación 1 (F1) que viene de un cruce entre *Mirabilis* con flores rojas (RR) y otras con flores blancas (BB) muestra flores rosadas (RB). Ninguno es alelo dominante. Cuando un alelo no es completamente dominante sobre otro se llama dominancia incompleta. En la dominancia incompleta, el fenotipo heterocigoto es un tercer fenotipo.



<https://goo.gl/images/MZ9Zi2>

<https://goo.gl/images/6yByLP>

Codominancia: Una situación similar surge de la codominancia, en la que claramente se expresan los fenotipos producidos por ambos alelos. Por ejemplo, en ciertas variedades de pollo, el alelo para las plumas negras es codominante con el alelo para las plumas blancas. Los pollos heterocigotos tienen un color de plumas blancas y negras. A diferencia de la mezcla de los colores rojo y blanco en los heterocigotos de Dondiego de noche, los colores negro y blanco aparecen en los pollos.

Alelos múltiples: Hasta aquí solo hemos visto casos en los que, para cada gen, existen únicamente dos alelos como alternativa, a y A. Pues bien, en la naturaleza estos genes son la excepción a la regla ya que en otros casos existen más de dos. Se habla entonces de alelos múltiples o series alélicas. Un ejemplo lo constituyen en los seres humanos, los cuatro (4) grupos sanguíneos A, B, AB y O que son el resultado de la combinación tres alelos diferentes de un sólo gen (I^A , I^B e i). Se sabe que los glóbulos rojos pueden tener tipo de sangre A, tipo de sangre B o tener tipo de sangre O. El tipo de sangre A está determinado por el alelo I^A y el tipo de sangre B, por la del I^B . Entre ambos hay codominancia. El alelo i determina el tipo de sangre O y es recesivo frente a los otros dos.

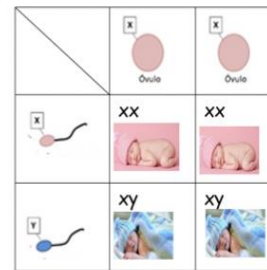
ALELOS	TIPO DE HERENCIA	FENOTIPO	GENOTIPO
I^A	Dominante	Tipo A	$\frac{I^A I^A}{I^A i}$
I^B	Dominante	Tipo B	$\frac{I^B I^B}{I^B i}$
i	Recesiva	Tipo O	ii
I^A / I^B	Codominante	Tipo AB	$I^A I^B$

<https://goo.gl/images/m8G2Ti>

Herencia poligénica: Cuando una característica es afectada por dos o más genes, se puede hablar de herencia poligénica donde las características como el tamaño, el color de piel, la altura, el peso entre otras son el resultado acumulado de los efectos combinados de muchos genes. Si mira a su alrededor, verá personas con variadas estaturas, colores de piel y textura física. Estas características no están determinadas por un solo gen sino por la interacción entre dos o más genes. Sin embargo, un organismo no es solo la suma de sus genes. Además de su genotipo, el medio

ambiente en el cual vive afecta su fenotipo de manera significativa. Por ejemplo, la característica poligénica del color de piel está modificada por efectos ambientales como la exposición solar. En el caso de la altura, otra característica poligénica, esta es influenciada por el tipo de nutrición. La distribución de altura en hombres de una población particular es un ejemplo de herencia poligénica. Esta situación mostraría pocos individuos bajitos, pocos muy altos y mostraría mayor número de individuos con estaturas intermedias.

Herencia ligada al sexo: a. **determinar el sexo:** los cromosomas sexuales son los encargados de determinar el sexo biológico de un individuo; en las hembras se presentan dos cromosomas XX y en los machos un X y uno Y, de tal forma que durante la formación de los gametos masculinos unos espermatozoides reciben el X y otros el Y, mientras que en las mujeres cada uno de los óvulos recibe un X; en la formación del cigoto un espermatozoide aportará un cromosoma que puede ser X o Y y el ovulo un X, de tal forma que si luego de la unión de los gametos, el cigoto contiene cromosomas XX el sexo corresponderá a una hembra y si contiene un X y un Y será un macho.



<https://goo.gl/images/Z1sWWn>

Los cromosomas sexuales no solo son responsables del sexo de un individuo, sino también de determinar otros caracteres, por lo que estos se encuentran ligados al sexo. Aquí podríamos encontrar algunos que se encuentran ligados al cromosoma X o Y de forma recesiva o dominante

Un ejemplo ligado al cromosoma X de manera recesiva corresponde al daltonismo y a la hemofilia. El primero es un defecto genético que produce dificultad para distinguir Colores; gracias a esta diferenciación genética, algunos pintores

Gen	Alelos	Genotipos	Fenotipos
Producción de pigmento que reacciona ante el color rojo-verde.	Dominante: X^D (normal)	$X^D X^D / X^D Y$	Mujer y hombre con visión normal.
		$X^D X^d$	Mujer con visión normal (portadora).
	Recesivo: X^d (defectuoso)	$X^d X^d / X^d Y$	Mujer y hombre con daltonismo.

como Vincent Van Gogh y Jean von Roesgen se destacan por su uso del color. Los individuos con daltonismo no distinguen ciertos colores generalmente rojo y verde. Esto se debe a que dos genes que controlan la producción de pigmentos en el ojo reaccionan con dichos colores. El alelo defectuoso es recesivo comparado con el alelo normal que es dominante. Por lo tanto, para una mujer heterocigota su fenotipo sería normal y no mostraría la condición. Sin embargo, un hombre con un alelo defectuoso X^h mostrará la condición ya que carece de otro cromosoma X y solo presenta el alelo defectuoso.

Por su parte, la herencia ligada al cromosoma Y, también llamada Holándrica se transmite de un padre a todos sus hijos varones, debido a que estos genes se encuentran en el segmento no homólogo del cromosoma Y, por lo tanto, son heredados y manifestados en todos los hombres independientemente que sean dominantes o recesivos. Un ejemplo de esto, es la hipertriosis auricular en la cual hay un crecimiento excesivo de pelo (lanugo, pelo velloso o terminal) que afecta zonas del cuerpo no dependientes de estímulos androgénicos. Esta condición se conoce desde hace siglos y ha dado lugar a mitos como el de los hombres lobo, llegando incluso a que algunos afectados fuesen exhibidos en circos o carpas como es el caso del ruso Theodoro Petrov conocido como "Jo Jo el niño cara de perro" o "Sky Terrier".



<http://sindromedelhombrelobo.blogspot.com/2018/04/hipertriosis-o-sindrome-del-hombre-lobo.html>

A. “TRANSMISIÓN DE LOS CARACTERES HEREDITARIOS”



50 min.

En grupos (tres personas) leer uno de los textos proporcionado por la docente correspondientes a las teorías que explican la transmisión de caracteres hereditarios y a partir de este establecer los siguientes aspectos:

Idea principal de su propuesta: _____

Justificación de la propuesta: _____

¿En qué se basa la propuesta?: _____

¿Qué investigadores y en qué año desarrollaron esta propuesta?: _____

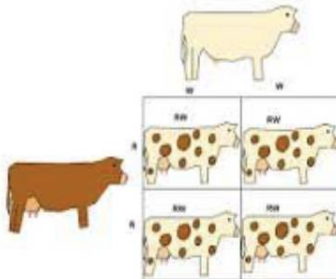
¿Estoy de acuerdo con esta propuesta? Si__ NO__ porque _____

B. EXCEPCIONES DE LAS LEYES MENDELIANAS

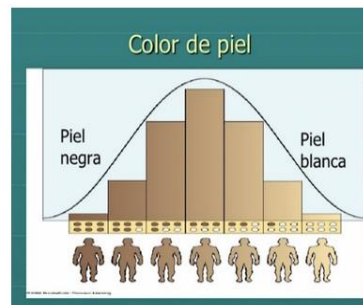


50 min.

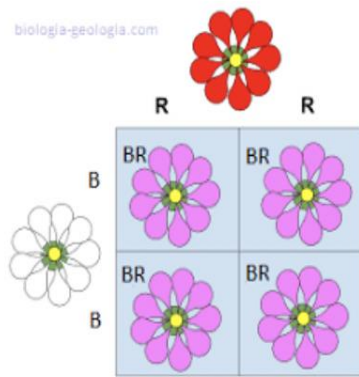
- a. Relaciona la imagen con el tipo de interacción génica o alélica según corresponda. En tu cuaderno responde por cada una de las imágenes las siguientes preguntas ¿Por qué crees que tu respuesta es correcta? ¿En qué te basas para afirmar esto?



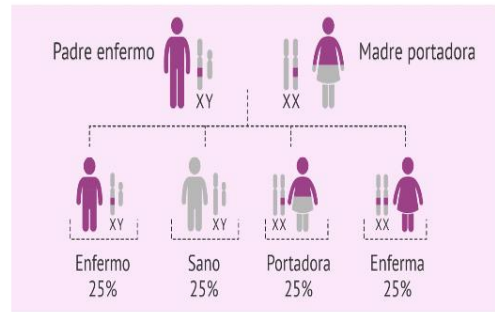
<https://goo.gl/images/eiQsoE>



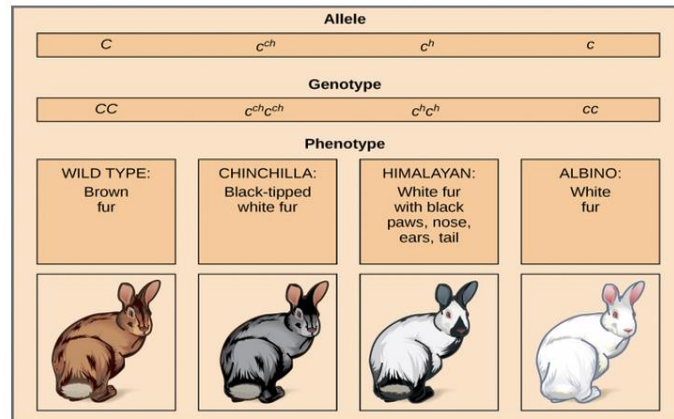
<https://goo.gl/images/pPGyAo>



<https://goo.gl/images/yFptuJ>



<https://goo.gl/images/J2vUv6>



<https://goo.gl/images/BacJHB>

- b. Nombra algunos casos que conozcas que puedan servir como ejemplo de algunas de las interacciones génicas y alélicas e indica ¿Qué te hace suponer que ese ejemplo corresponde al tipo de interacción?



30 min.

Con el desarrollo del proyecto del genoma humano y el conocimiento de los genes vienen tomando fuerza algunos aspectos frente a la manipulación y a la discriminación por causas genéticas.

Reúnete con tu grupo, observen el video https://elpais.com/elpais/2017/08/02/videos/1501696669_775437.html (4 minutos) y <https://www.semana.com/vida-moderna/multimedia/140-mil-euros-por-un-bebe-de-diseno/597235> (1, 30 minutos), respondan las siguientes preguntas y luego socialicen con el curso.



a. ¿Estás de acuerdo con la edición génica? si ___ no ___ ¿Por qué? ¿En qué basas tu respuesta? ¿Qué respaldo teórico tiene tu respuesta?

b. ¿Cómo puede relacionarse esto con las excepciones de Mendel?



Para realizar la siguiente actividad es importante contestar cada una de las preguntas justificando tus respuestas. Recuerda hacer uso de todo el espacio destinado para la respuesta.



1 hora

CUADRO CONTROL DE PROGRESO

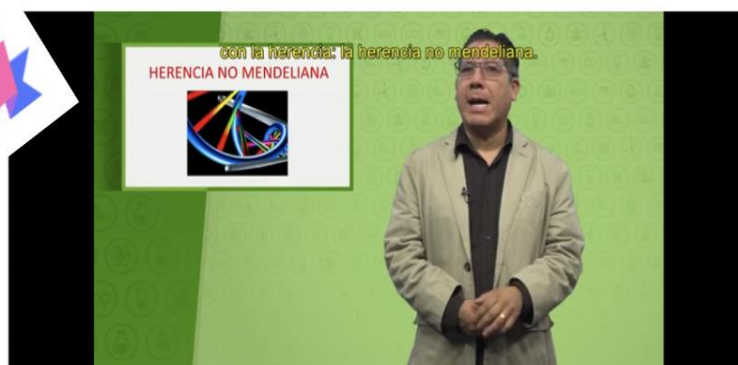
Momento uno		
AUTOEVALUACIÓN	¿Qué conceptos utilice en cada una de las preguntas y como se relacionan entre sí?	
	¿Qué utilidad tiene para mí lo que aprendí?	
	¿Qué estrategia debo hacer para mejorar?	
COEVALUACIÓN	¿Cuáles son los aspectos positivos del desempeño?	
	¿Qué se debe corregir y por qué?	
	¿Qué le recomendarías para mejorar su desempeño en esta actividad?	
REFLEXIÓN	¿En qué estás de acuerdo con la evaluación de tu compañero?	
	¿En qué estás en desacuerdo con la evaluación de tu compañero?	
Nombre de evaluador		
Estrategia para la superar las dificultades		

MOMENTO TRES





A. SITUACIONES RELACIONADAS A LAS EXCEPCIONES DE LAS LEYES DE MENDEL



<http://www.colombiaaprende.edu.co/es/aulasinfronteras/grado9-ciencias-naturales-b1/1804>

1. ¿EXPLORA LOS SIGUIENTES ENLACES ;



Extraclase

ALELOS CODOMINANTES Y MÚLTIPLES (GRUPOS SANGUÍNEOS)	https://www.youtube.com/watch?v=Da5FUwB6QP4
DOMINANCIA INCOMPLETA	https://es.khanacademy.org/science/biology/classical-genetics/variaciones-on-mendelian-genetics/a/multiple-alleles-incomplete-dominance-and-codominance
HERENCIA LIGADA AL SEXO	https://www.youtube.com/watch?v=nXeBRwaN2Yg
HERENCIA LIGADA AL CROMOSOMA x	https://www.youtube.com/watch?v=mVRhiOIJ8c0
HERENCIA LIGADA AL CROMOSOMA Y	https://prezi.com/pq7chgn8xw5g/herencia-ligada-al-cromosoma-y-herencia-holandrica/

2. PATRONES DE HERENCIA (Lectura)

La transmisión de los caracteres o de cambios producidos en los genes o cromosomas pueden producirse por patrones simples como los descritos en la herencia mendeliana donde hay la transmisión de un único gen (herencia Monogénica) mediante un patrón dominante o recesivo donde intervienen dos alelos, sin embargo existen algunos patrones de transmisión que no siguen el patrón clásico de herencia, por lo que se han definido otros patrones de transmisión de caracteres hereditarios como los que tienen en cuenta interacciones génicas (multifactorial) y los que ocurren a nivel mitocondrial; los primeros se basan en efectos conjuntos de alelos, genes y factores ambientales y los segundos en la transmisión de la información por la madre en las mitocondrias de sus óvulos alélica

❖ Patrón de transmisión monogénico

(Adaptado de <https://www.imegen.es/informacion-al-paciente/informacion-genetica-enfermedades-hereditarias/conceptos-genetica/tipos-herencia-genetica/herencia-autosomica-dominante/>)

Este patrón de herencia puede ofrecer una visión de la transmisión de caracteres o de enfermedades presentes en los alelos, tiene como principios la segregación de un gen con sus alelos donde puede ocurrir una situación de dominancia, recesividad y también interacciones alélicas que produzcan eventos de codominancia. Aquí encontramos patrones autosómicos (dominantes y recesivos) y ligados al cromosoma X y Y.

Herencia Autosómica: es un tipo de herencia en el cual el gen se encuentra en uno de los 22 pares de cromosomas no sexuales, o autosomas, puede ser heredado por el padre o la madre, pudiendo afectar con igual probabilidad a hijos e hijas.

Si es de **carácter dominante** el alelo con el rasgo o enfermedad domina sobre otro y basta con solo una copia para que se exprese. Cada persona afectada tiene al menos un progenitor con el alelo y tiene una probabilidad del 50% con cada hijo de que este herede el rasgo. Ejemplos de enfermedades con este patrón miopía, Acondroplasia, Enfermedad de Huntington, retinosis pigmentaria, Síndrome de Marfan

Si es de **carácter recesivo**, el alelo es recesivo sobre el normal por lo que con una sola copia del alelo no expresa el rasgo o la enfermedad, este debe ser heredado tanto del padre como de la madre, normalmente no se da en todas las generaciones, los hijos de una pareja en la que ambos son portadores tienen una probabilidad del 50% de ser portadores de una copia del alelo (no expresan pero transmiten a sus descendientes), 25% de probabilidad de tener dos copias del alelo alterado y desarrollar el rasgo o la enfermedad autosómica recesiva y 25% de probabilidad de heredar dos copias del alelo normal y no desarrollar el rasgo o la enfermedad ni ser portador. Enfermedades con este patrón: albinismo, Fenilcetonuria, Fibrosis quística, osteogénesis imperfecta.

Herencia ligada al cromosoma X: se presenta cuando el alelo se encuentra en el cromosoma X

Es dominante cuando el alelo con el rasgo es dominante sobre el normal, basta una sola copia para que se exprese la enfermedad, Normalmente se da con más frecuencia en mujeres dado que pueden heredar el alelo mutado tanto de un padre como de una madre afectados. Una mujer afectada tiene una probabilidad del 50% con cada hijo o hija (independientemente de su sexo) de que este herede el alelo mutado y desarrolle la enfermedad dominante ligada al cromosoma X, mientras que un hombre afectado transmitirá el alelo mutado y por tanto la enfermedad a todas sus hijas, pero a ninguno de sus hijos.

Puede ser recesivo, cuando el alelo que contiene el rasgo es recesivo frente al normal por lo que con una sola copia del alelo alterado no se expresa la enfermedad, Normalmente se da con más frecuencia en hombres dado que tienen un solo cromosoma X, por lo que si heredan el alelo con el rasgo desarrollarán la enfermedad, sin embargo las mujeres al tener dos cromosomas X si solo heredan un alelo con el rasgo serán portadoras pero no desarrollarán la enfermedad, para esto tendrían que heredar dos alelos mutados. Una mujer afectada por una enfermedad recesiva ligada al cromosoma X transmitirá el alelo con el rasgo a todos sus descendientes, todas las hijas serán portadoras (pero no afectadas) y todos los hijos afectados por la enfermedad, mientras que un hombre afectado transmitirá el alelo mutado a todas sus hijas, que serán portadoras, pero a ninguno de sus hijos. Una mujer portadora tiene una probabilidad del 50% con cada hijo o hija (independientemente de su sexo) de que este herede el alelo mutado, si lo hereda un niño desarrollará la enfermedad y si lo hereda una niña será portadora de la enfermedad; son enfermedades con este patrón el daltonismo y la hemofilia

Herencia ligada al cromosoma Y

Estos patrones son muy poco comunes, ya que el cromosoma Y contiene poca cantidad de información genética. Todos los genes que se encuentran en el segmento diferencial del cromosoma Y los heredan solo los hijos varones. No aparecen nunca en las mujeres porque carecen de cromosoma Y, un ejemplo de este patrón son las ictiosis y la hipertrichosis auricular

❖ Patrón de transmisión poligénia

<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icsa/n4/p1.html>

En este, los rasgos fenotípicos están determinados por varios genes y factores ambientales, se da cuando algún carácter tiene acción de más de un gen que a su vez puede tener más de dos alelos, lo que origina numerosas combinaciones que causan una gradación de los fenotipos asociado al efecto ambiental; estos caracteres tienen en común que se cuantifican midiéndose y que los rasgos controlados por más de dos genes y de alelos múltiples tienen un efecto aditivo. Este tipo de herencia presenta una variación continua, es decir muestra que un determinado rasgo del fenotipo tiene manifestaciones que difieren poco entre sí, al contrario de la herencia mendeliana que muestra una variación discontinua en la cual el carácter se expresa claramente como diferente, determinados en forma genética y no puede sufrir ninguna alteración durante la vida del individuo. Ejemplo de este patrón son la estatura, el peso, el color del pelo, ojos o de la piel, la inteligencia, los patrones de comportamiento y enfermedades como labio y paladar hendido, cardiopatías congénitas y numerosas enfermedades frecuentes en la vida adulta como diabetes e hipertensión. Un ejemplo cercano de este patrón es la altura quien es controlada por tres o cuatro genes y por factores ambientales como la salud y el tipo de nutrición, todos estos hacen cada uno una contribución a la variación de este rasgo.

A. “TRANSMISIÓN DE LOS CARACTERES HEREDITARIOS”



2 horas

En esta actividad junto a tus compañeros deberán socializar al curso el modelo o teoría escogida en el momento dos, teniendo en cuenta las preguntas orientadoras desarrolladas en dicha actividad. Luego deberán escoger la mejor propuesta que explique la transmisión de los caracteres hereditarios justificando la elección, teniendo en cuenta ¿En qué consiste? ¿Quién la desarrollo? ¿Por qué creen que es la mejor opción?

B. SITUACIONES RELACIONADAS A LAS EXCEPCIONES DE MENDEL



1 hora

1. Luego de consultar la información de los vínculos y de otros que propongas, vas a:

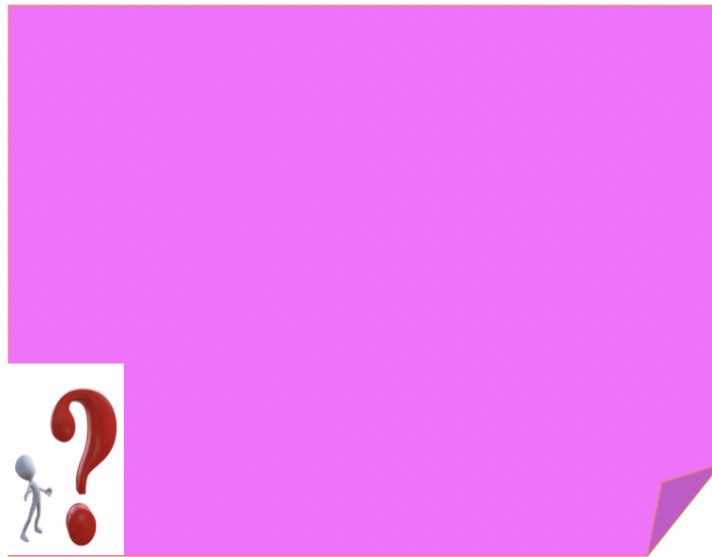
- Organizar la información en un mapa conceptual, teniendo en cuenta ¿Qué es? ¿Cómo ocurre? Explicar un ejemplo.
- Evaluar la información hallada en los vínculos, para lo cual puedes presentar un escrito considerando los siguientes interrogantes: ¿la información es útil para desarrollar la actividad? ¿hay otras páginas que puedan cumplir con misma función? ¿Qué aspectos negativos observaste en las páginas en general?

2. Representaciones graficas



2 horas

En esta sesión el docente a partir de ejemplos relacionados a la temática, te explicará cómo se construye e interpreta la información contenida en graficas relacionadas a las excepciones de Mendel. Posteriormente y luego de la explicación, junto a un compañero elabora un procedimiento o una secuencia de pasos para resolver problemas asociados a los cruces que relacionan la codominancia y la herencia ligada al sexo.



C. EXPRESIÓN DEL GENOTIPO Y FENOTIPO EN SITUACIONES RELACIONADAS CON LA HERENCIA



4 horas

- a. En una especie de plantas las flores pueden ser de color rojo, blanco o rosa. Se sabe que este carácter está determinado por dos genes alelos, rojo (Cr) y blanco (Cb), con herencia intermedia.¹

	¿Cómo podrán ser los descendientes del cruce entre plantas de flores rosas?
	¿En qué te basas para afirmar esto?
	¿Cómo ocurre esto?
	¿Existe algún respaldo teórico a lo que estás diciendo?

¹ http://www.sagradocorazoncoria.com/Archivos/386_PROBLEMAS%20DE%20MENDEL%20RESUELTOS.pdf

- b. En una determinada raza de gallinas, el alelo C^N indica color negro, el C^B color blanco, ambos codominantes y cuando aparecen ambos alelos en un individuo, $C^N C^B$, el plumaje de la gallina es de color azul²

	. a) ¿Cómo son los descendientes del cruce de una gallina azul y otra negra? b) ¿Cómo son los descendientes del cruce entre dos gallinas azules? c) ¿Cómo son los descendientes del cruce de una gallina azul y otra blanca?
	¿En qué te basas para afirmar esto?
	¿Cómo ocurre esto?
	Existe algún respaldo teórico a lo que estás diciendo

- c. En humanos, la presencia de una fisura en el iris está regulada por un gen recesivo ligado al sexo (X^f). De un matrimonio entre dos personas normales nació una hija con dicha anomalía. El marido solicita el divorcio alegando infidelidad de la esposa.³

	Explica el modo de herencia del carácter, indicando los genotipos del matrimonio y a qué conclusión debe llegar el juez en relación con la posible infidelidad de la esposa, teniendo en cuenta el nacimiento de la hija que presenta la fisura.
	¿En qué te basas para afirmar esto?
	¿Cómo ocurre esto?
	Existe algún respaldo teórico a lo que estás diciendo

² https://biologia-geologia.com/BG4/353_codominancia_y_herencia_intermedia_problemas_resueltos.html

³ https://biologia-geologia.com/BG4/354_herencia_ligada_alsexo_problemas_resueltos.html

- d. El daltonismo está determinado por un gen recesivo (d) ligado al cromosoma X. ⁴

	¿Cómo podrán ser los descendientes de un hombre daltónico y una mujer normal no portadora?
	¿En qué te basas para afirmar esto?
	¿Cómo ocurre esto?
	¿Describe una posible excepción a tu respuesta?

- e. Un gen recesivo ligado al sexo determina la hemofilia en la especie humana. Una mujer no hemofílica, cuyo padre sí lo era, se empareja con un hombre no hemofílico.⁵

	¿Cuál es la probabilidad de que tenga un hijo varón hemofílico? ¿Cuál es la probabilidad de que tenga una hija hemofílica?
	¿Cuáles son las razones que te hacen afirmar esto?
	¿Cómo ocurre esto?
	Existe algún respaldo teórico a lo que estás diciendo

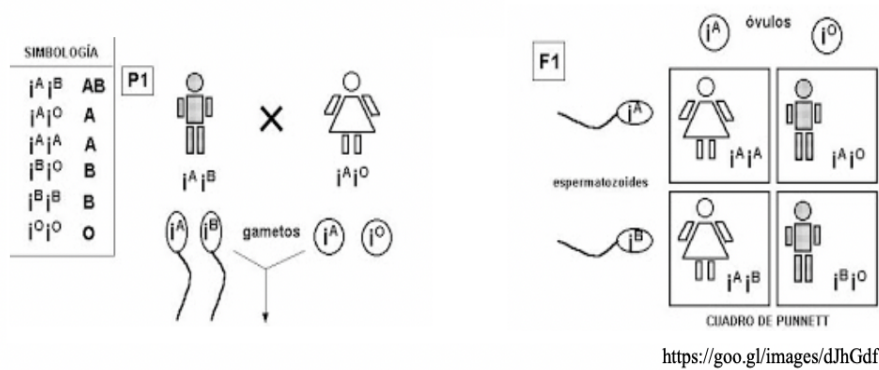
⁴ https://biologia-geologia.com/BG4/3541_daltonismo_problemas_resueltos.html

⁵ https://biologia-geologia.com/BG4/3542_hemofilia_problemas_resueltos.html

- f. Una mujer del grupo sanguíneo A tiene un hijo del grupo O.

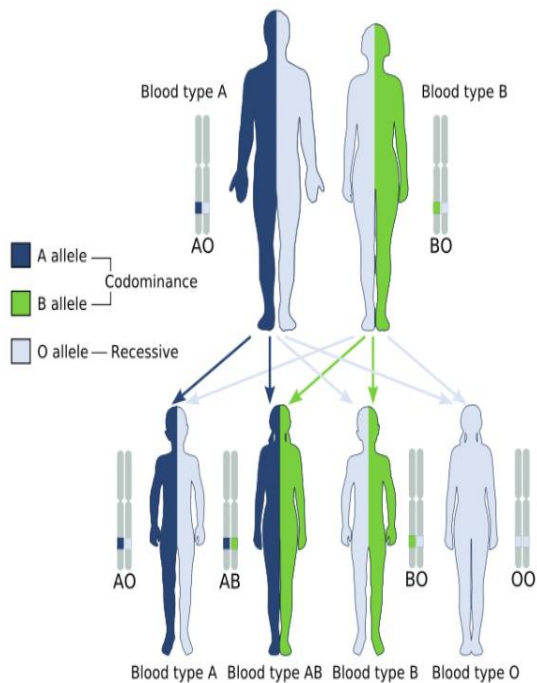
	¿Puede ser el padre un hombre del grupo A cuyos padres son ambos del grupo AB?
	¿En qué te basas para afirmar esto?
	¿Cómo ocurre esto?
	Existe algún respaldo teórico a lo que estás diciendo
	¿Existe otra alternativa a tu respuesta? Justifica tu respuesta

- g. La siguiente imagen representa la expresión genotípica y fenotípica de una pareja y sus hijos



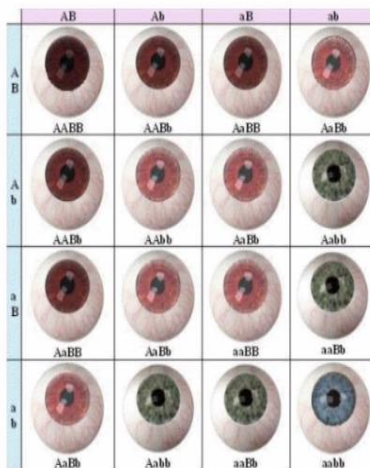
¿Qué expresiones genotípicas y fenotípicas ocurren en la f1? ¿Cómo ocurren?

h. ¿Qué representa la imagen y cuáles son sus expresiones fenotípicas la f1? ¿Cómo ocurre esto?

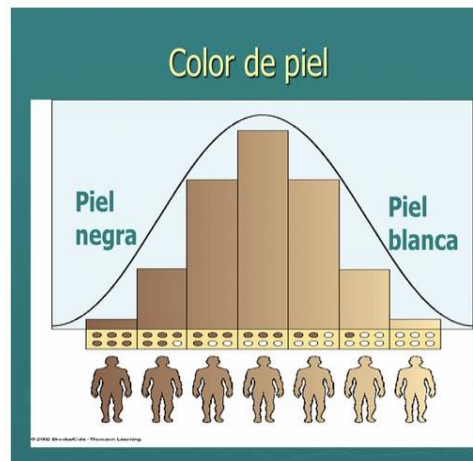


<https://goo.gl/images/tKXpS4>

i. ¿Qué situación representan las imágenes? ¿Cómo ocurre esto? ¿Qué respaldo teórico tiene tu explicación?



<https://images.app.goo.gl/NNaQfo8poev3eL6LA>



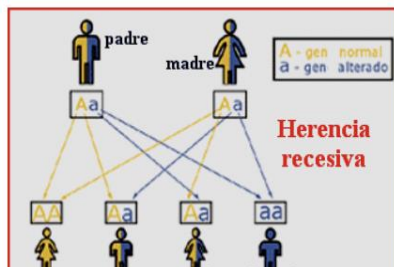
<https://images.app.goo.gl/32jDsQHW3D3qzuc28>

- j. ¿Qué situación representan las imágenes? ¿Quiénes son portadores y quienes padecen la enfermedad? ¿Cómo ocurre esto? proponga otra situación en este patrón de herencia.



<https://goo.gl/images/QYzj9W>

- k. ¿Cuál es el genotipo de los padres? ¿Cuántos individuos normales y afectados? ¿Si la herencia es recesiva cuál de los individuos manifestará la enfermedad? Sustente su respuesta.



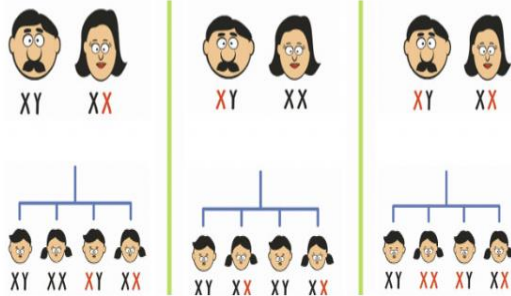
<https://goo.gl/images/amqys1>

- l. La hemofilia es una enfermedad que afecta la coagulación sanguínea. De acuerdo a la imagen ¿Qué tipo de patrón es? ¿si conocieras a alguna persona con hemofilia qué consejo le darías desde el punto de vista genético? Justifica tu respuesta.



<https://goo.gl/images/eHRhRA>

m. ¿Qué situación representan las imágenes? ¿Cuáles son los fenotipos y genotipos de los padres y de la F1? ¿Cómo ocurre esto?



<https://goo.gl/images/E5LPKU>



El pasado 25 de noviembre cruzamos un punto de no retorno. Ocurrió inesperadamente y sin grandes ceremonias cuando el investigador He Jiankuy publicó un video en YouTube revelando que había modificado el genoma de embriones humanos, los había implantado y había logrado el nacimiento de dos niñas gemelas

“Un científico chino anunció haber utilizado una técnica de edición genética en unas gemelas. Con esa noticia parece haberse cruzado un umbral sin que el mundo científico y los gobiernos del mundo estuvieran preparados para hacer frente a las consecuencias”

<https://www.lettraslibres.com/mexico/ciencia-y-tecnologia/las-gemelas-del-crispr-cas-y-los-umbrales-que-nos-hicieron-cruzar>

a. Respecto a esta noticia deberás justificar acuerdos y desacuerdos respecto al uso de la técnica de edición genética o CRISPR; no olvides escribir la fuente donde obtuviste la información.



ESTOY DE ACUERDO PORQUE	ESTOY EN DESACUERDO PORQUE
Fuente	Fuente

--	--

- b. Participar en la socialización ventajas y desventajas de la edición genética y la discriminación genética.



Para realizar la siguiente actividad es importante contestar cada una de las preguntas justificando tus respuestas. Recuerda hacer uso de todo el espacio destinado para la respuesta.

CUADRO CONTROL DE PROGRESO



Momento uno		
AUTOEVALUACIÓN	¿Qué conceptos utilice en cada una de las preguntas y como se relacionan entre sí?	
	¿Qué utilidad tiene para mí lo que aprendí?	
	¿Qué estrategia debo hacer para mejorar?	
COEVALUACIÓN	¿Cuáles son los aspectos positivos del desempeño?	
	¿Qué se debe corregir y por qué?	
	¿Qué le recomendarías para mejorar su desempeño en esta actividad?	
REFLEXIÓN	¿En qué estás de acuerdo con la evaluación de tu compañero?	
	¿En qué estás en desacuerdo con la evaluación de tu compañero?	
Nombre de evaluador		
Estrategia para la superar las dificultades		



Para realizar el siguiente cuestionario es importante contestar cada una de las preguntas justificando o explicando sus respuestas de acuerdo a lo que usted cree que sucede en cada uno de los casos. Recuerde hacer uso de todo el espacio destinado para su respuesta



2 horas

1. Aplicación instrumento indagación (Ver anexo 1)

REFERENCIAS

Álvarez, O. (2013). Las unidades didácticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales, Educación Ambiental y Pensamiento Lógico Matemático. Rev. Las unidades didácticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Itinerario Educativo, (62), p. 115-135. ISSN 0121-2753

Cardona, D. (2008). Modelos de argumentación en ciencias: una aplicación a la genética (Tesis), Centro de Estudios Avanzados en Niñez y Juventud alianza de la Universidad de Manizales y el CINDE. Manizales

Curtis H. Barnes S. Schnek A. y Massarini A. (2008). 7ª Edición. Editorial Médica Panamericana.

Gómez, C. , <http://benitobios.blogspot.com.co/2008/10/prctica-leyes-de-mendel.html>

González, A. (2014). Enseñanza-aprendizaje del concepto de herencia en estudiantes de básica secundaria rural (Tesis de maestría), Universidad Nacional de Colombia. Manizales; Colombia.

Diseño programa canva| <https://www.canva.com/>

2019
VILLAVICENCIO

