



INCIDENCIA DE LOS PROCESOS ARGUMENTATIVOS SOBRE LA
MOVILIZACIÓN EN LOS MODELOS EXPLICATIVOS DE LOS ESTUDIANTES DEL
GRADO OCTAVO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RURAL CAUCACIA EN
RELACIÓN AL CONCEPTO GENETICA Y HERENCIA.

CARMEN ALICIA BAHOS ORDOÑEZ

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

2018

INCIDENCIA DE LOS PROCESOS ARGUMENTATIVOS SOBRE LA
MOVILIZACIÓN EN LOS MODELOS EXPLICATIVOS DE LOS ESTUDIANTES DEL
GRADO OCTAVO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RURAL CAUCACIA EN
RELACIÓN AL CONCEPTO GENETICA Y HERENCIA.

CARMEN ALICIA BAHOS ORDOÑEZ

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

Tutor

PhD. WILMAN RICARDO HENAO GIRALDO

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

2018

DEDICATORIA

A mi director de tesis Dr. Wilman Ricardo Henao Giraldo por su gran apoyo profesional en el logro de esta gran meta, por su paciencia, humildad, por tener un corazón humano y solidario. Su apoyo fue muy valioso y aportó grandes conocimientos en la construcción de este proyecto.

A mis estudiantes de grado Octavo año 2017: Natalia, Jamerson, Dulian, Santiago, Maira, Ángela, Harrison, Andrés, Leidy, Kevin, Jaider, James, Brayan, Andrea, Wilson, Yury, Jhon Janier, por su disposición y colaboración en el desarrollo de cada una de las actividades realizadas en el aula.

Mil gracias, que Dios y la Virgen santísima les multiplique en bendiciones.

AGRADECIMIENTOS

*Primero a Dios por ser mi guía en este proceso, por su amor incondicional hacia nosotros
sus hijos.*

*A mi esposo Miguel Ángel Buitrago, por ser la luz en mi camino, siempre apoyándome y
brindándome su amor puro y sincero que me daban las fuerzas necesarias para alcanzar
mis metas.*

*A mi bebe, que desde el vientre me da fortaleza para culminar satisfactoriamente con este
proceso.*

*A mis padres que me han enseñado a luchar por mis metas y a superar cualquier
adversidad con esfuerzo y dedicación.*

*A mis hermanos y familiares por brindarme su apoyo incondicional en el logro de esta
gran meta.*

RESUMEN

La presente investigación tenía como propósito describir la incidencia de los procesos argumentativos sobre la movilización de los modelos explicativos utilizados por los estudiantes de grado Octavo en relación al concepto Genética y Herencia; para esto se dividió en tres etapas: la primera de exploración y diagnóstico que consistió en caracterizar los niveles argumentativos y modelos explicativos iniciales a partir de un instrumento de lápiz y papel con preguntas abiertas sobre el proceso de transmisión de caracteres hereditarios; la segunda etapa en la cual se diseña y se aplica una unidad didáctica cuyo fin es contribuir a superar los obstáculos detectados tanto en los modelos explicativos como en los niveles argumentativos iniciales; la tercera etapa de la investigación se da al finalizar la implementación de la unidad didáctica donde se aplica nuevamente el instrumento con preguntas abiertas aplicado al inicio y mediante análisis textual de las respuestas se realiza una caracterización final de las dos categorías de investigación. La metodología empleada fue cualitativa-descriptiva, y se desarrolló con 17 estudiantes pertenecientes al grado Octavo de la Institución Educativa Rural Cauca. La comparación de los resultados entre la primera y tercera etapa permite corroborar cambios positivos tanto en los niveles argumentativos como en los modelos explicativos sobre el concepto Genética y Herencia, encontrando que la incidencia entre estas dos categorías es directamente proporcional puesto que a ambas presentaron movilización hacia niveles más elevados y aceptados en el campo científico.

Palabras claves: Argumentación, Niveles Argumentativos, Modelos explicativos, Genética y Herencia.

ABSTRACT

The purpose of this research was to describe the incidence of argumentative processes on the mobilization of explanatory models used by Eighth grade students in relation to the Genetics and Heritage concept; for this, it was divided into three stages: the first one of exploration and diagnosis that consisted in characterizing the argumentative levels and initial explanatory models from a pencil and paper instrument with open questions about the process of transmission of hereditary characters; the second stage in which a didactic unit is designed and applied with the aim of contributing to overcome the obstacles detected both in the explanatory models and in the initial argumentative levels; The third stage of the research is given at the end of the implementation of the didactic unit where the instrument is again applied with open questions applied at the beginning and through textual analysis of the answers a final characterization of the two research categories is made. The methodology used was qualitative-descriptive, and was developed with 17 students belonging to the Eighth grade of the Caucazia Rural Educational Institution. The comparison of the results between the first and third stage allows corroborating positive changes both in the argumentative levels and in the explanatory models on the Genetics and Heritage concept, finding that the incidence between these two categories is directly proportional since both presented mobilization towards more levels elevated and accepted in the scientific field.

Keywords: Argumentation, Argumentative Levels, explanatory models, Genetics and Heritage

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	17
1.3. JUSTIFICACIÓN	17
1.4. OBJETIVOS	19
1.4.1. Objetivo general	19
1.4.2. Objetivos Específicos	19
2. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. ANTECEDENTES ARGUMENTACIÓN EN CIENCIAS	21
2.2. ¿QUÉ ES LA ARGUMENTACIÓN?	24
2.3. ARGUMENTACIÓN EN CIENCIAS	25
2.4. IMPORTANCIA DE ENSEÑAR GENÉTICA A TRAVÉS DE UNIDADES DIDÁCTICAS	28
2.4.1. Componentes de la unidad didáctica	29
2.5. REFERENTE HISTÓRICO Y EPISTEMOLÓGICO DE LA GENÉTICA Y HERENCIA	32
2.6. EL APOORTE DE GREGORIO MENDEL EN EL CAMPO DE LA GENÉTICA	33
2.6.1. Ley de la uniformidad de los híbridos de la primera generación (F1) o principio de dominancia.	34
2.6.2. Ley de la separación o disyunción de los alelos.	34
2.6.3. Ley de la herencia independiente de caracteres.....	35
2.6.4. Modelos explicativos sobre Genética y Herencia.....	35
3. METODOLOGÍA	37
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	37
3.2. DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN	38
3.3. UNIDAD DE TRABAJO	38

3.4.	CATEGORÍAS DE INVESTIGACIÓN.....	38
3.5.	INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	40
3.6.	DISEÑO Y ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.7.	UNIDAD DIDÁCTICA.....	43
4.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	44
4.1.	MODELOS CONCEPTUALES EMPLEADOS POR LOS ESTUDIANTES PARA EXPLICAR LA TRANSMISIÓN DE CARACTERES HEREDITARIOS DURANTE LA FASE INICIAL.	44
4.1.1.	Estudiante E1: Modelos explicativos empleados.	44
4.1.2.	Estudiante E2: Modelos explicativos empleados.	46
4.1.3.	Estudiante E3: Modelos explicativos empleados.	47
4.1.4.	Estudiante E4: Modelos explicativos empleados.	48
4.1.5.	Estudiante E5: Modelos explicativos empleados.	49
4.1.6.	Estudiante E6: Modelos explicativos empleados.	50
4.2.	NIVELES ARGUMENTATIVOS EN LOS QUE SE ENCUENTRAN LAS PRODUCCIONES TEXTUALES DE LOS ESTUDIANTES DURANTE LA FASE DIAGNOSTICA.	54
4.2.1.	Estudiante E1: Nivel de argumentación empleado.....	54
4.2.2.	Estudiante E2: Nivel de argumentación empleado.....	55
4.2.3.	Estudiante E3: Nivel de argumentación empleado.....	56
4.2.4.	Estudiante E4: Nivel de argumentación empleado.....	57
4.2.5.	Estudiante E5: Nivel de argumentación empleado.....	57
4.2.6.	Estudiante E6: Nivel de argumentación empleado.....	58
4.3.	MODELOS CONCEPTUALES EMPLEADOS POR LOS ESTUDIANTES PARA EXPLICAR LA TRANSMISIÓN DE CARACTERES HEREDITARIOS EN EL INSTRUMENTO FINAL.	61
4.3.1.	Estudiante E1: Modelos explicativos empleados.	61
4.3.2.	Estudiante E2: Modelos explicativos empleados.	62
4.3.3.	Estudiante E3: Modelos explicativos empleados.	62
4.3.4.	Estudiante E4: Modelos explicativos empleados.	63

4.3.5. Estudiante E5: Modelos explicativos empleados.	64
4.3.6. Estudiante E6: Modelos explicativos empleados.	65
4.4. NIVELES ARGUMENTATIVOS EN LOS QUE SE ENCUENTRAN LAS PRODUCCIONES TEXTUALES EN EL INSTRUMENTO FINAL.	68
4.5. MOVILIZACIÓN DE LOS MODELOS EXPLICATIVOS Y NIVELES ARGUMENTATIVOS SOBRE GENÉTICA Y HERENCIA EXPUESTOS POR LOS ESTUDIANTES ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE UNIDAD DIDÁCTICA.....	73
4.5.1. Discusiones sobre la movilización de los modelos explicativos sobre Genética 73	
4.5.2. Discusiones sobre la movilización de los niveles argumentativos	76
CONCLUSIONES.....	81
RECOMENDACIONES	84
REFERENCIAS	86

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Escala Niveles Argumentativos propuesta por Osborne, Erdurán y Simón (2004)	28
Tabla 2. Modelos explicativos sobre herencia y genética	36
Tabla 3. Categorización de investigación	39
Tabla 4. Frecuencias totales modelos explicativos empleados en el instrumento inicial	51
Tabla 5. Frecuencia totales niveles argumentativos empleados en el instrumentos inicial	59
Tabla 6. Frecuencias totales de respuestas instrumento final	66
Tabla 7. Frecuencias totales de respuestas instrumento final	71
Tabla 8. Modelos explicativos empleados por los estudiantes en el instrumento inicial o final	74
Tabla 9. Niveles argumentativos de las producciones textuales en el instrumento inicial y final	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas de la investigación	40
Figura 2. Frecuencias Totales modelos explicativos en el momento inicial	52
Figura 3. Frecuencias Totales modelos explicativos en el momento inicial	52
Figura 4. Frecuencias Totales modelos explicativos en el momento final	66
Figura 5. Frecuencias Totales niveles argumentativos en el momento final.....	71
Figura 6. Modelos Explicativos Frecuentes instrumento final	75
Figura 7. Niveles Argumentativos Frecuentes instrumento inicial	77
Figura 8. Niveles Argumentativos Frecuentes instrumento final	78

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Instrumento inicial y final	89
Anexo 2. Unidad didáctica	91
Anexo 3. Tablas de frecuencia sobre los modelos explicativos empleados por los estudiantes en el momento inicial.....	101
Anexo 4. Tablas de frecuencia sobre los niveles argumentativos en los que se encuentran las producciones textuales de los estudiantes en el momento inicial.	109
Anexo 5. Tablas de frecuencia sobre los modelos explicativos empleados por los estudiantes en el momento final.	117
Anexo 6. Tablas de frecuencia sobre los niveles argumentativos en los que se encuentran las producciones textuales de los estudiantes en el momento final.	124

INTRODUCCIÓN

La argumentación se ha convertido en un reto primordial para la didáctica de las ciencias, pretendiendo incluirse en todos los campos de enseñanza, iniciando desde la formación de los docentes para que pueda ser enseñada de manera explícita a los niños, niñas, jóvenes y adolescentes en las aulas de clase. Investigaciones realizadas en el campo de la enseñanza de la argumentación en la clase de ciencias, muestran la necesidad, no solo de potenciar esta competencia en el aula, sino también de involucrar al maestro para que él/ella pueda ser consciente de sus concepciones sobre la argumentación (Driver et al., 1998; Simón, Erdurán y Osborne, 2006; García-Mila y Andersen, 2008), citado por Ruiz, Tamayo y Márquez (2013). Por tal razón, es necesario generar espacios de discusión, reflexión, análisis, debate entre los estudiantes, con el fin desarrollar habilidades argumentativas, y lograr que se acerquen a modelos explicativos científicos, en este caso el modelo Mendeliano.

La presente investigación, pretendió analizar la incidencia de los procesos argumentativos sobre la movilización de los modelos explicativos utilizados por los estudiantes de grado Octavo sobre la transmisión de caracteres hereditarios. Para ello se estableció tres objetivos: inicialmente se identificaron los modelos explicativos que emplean los estudiantes, tomando como base los referentes teóricos sobre la historia de la genética. Posteriormente se analizaron los niveles argumentativos en los que se encuentran las producciones textuales de los estudiantes, utilizando el modelo propuesto por Osborne y Erdurán (2004). Finalmente, se evaluó la movilización tanto en los modelos explicativos y niveles argumentativos al aplicar la intervención didáctica.

El proyecto se encuentra organizado en cinco capítulos: Inicialmente, el capítulo I, contiene el planteamiento del problema, justificación y objetivos de la investigación. El capítulo II, antecedentes y referentes teóricos que respaldan la investigación en el campo de la argumentación en ciencias y el concepto a abordar Genética y Herencia. En secuencia, en el capítulo III, se encuentra el referente metodológico, etapas de la investigación y los

instrumentos para la recolección de la información. Posteriormente en el capítulo IV, se aprecian las discusiones sobre los resultados obtenidos en la fase inicial y final de la investigación. Finalmente, el capítulo V, muestra las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron posterior al análisis de resultados como respuesta a los objetivos planteados en la investigación.

La investigación se desarrolló con estudiantes de grado Octavo de la Institución Educativa Rural Caucaia, perteneciente al municipio de Puerto Asís, Departamento Putumayo. Se empleó la metodología cualitativa descriptiva. Igualmente, se diseñó un instrumento de ideas previas, que consto de 6 preguntas abiertas sobre genética, el cual se aplicó a todos los estudiantes antes y después de la intervención didáctica. Para el análisis de los resultados, se seleccionaron aleatoriamente seis estudiantes, con los cuales se realizaron las diferentes discusiones.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los principales obstáculos evidenciados en los estudiantes, es la dificultad que tienen para argumentar frente a una situación específica en la enseñanza de las Ciencias Naturales, fundamentados en modelos explicativos científicos. Como consecuencia de ello, es usual encontrar ideas alternativas sobre la transmisión de caracteres hereditarios. Con frecuencia responden bajo modelos explicativos cotidianos que surgen de sus propios pensamientos sin tener en cuenta los aportes acreditados que respaldan las teorías existentes sobre el concepto. De acuerdo a lo anterior, Campanario & Otero (2000), sostienen que los alumnos mantienen un conjunto diverso de ideas previas o preconcepciones sobre los contenidos científicos que casi siempre son erróneas y se reconoce unánimemente que estas ideas previas son uno de los factores clave que, deben tenerse en cuenta como condición necesaria (aunque no suficiente) para un aprendizaje significativo de las ciencias. Pinzón y Sarmiento (2014), complementan al afirmar que las ideas acerca de la transmisión de rasgos, vienen influenciadas por las creencias populares o se basan en tradiciones.

Adicional a ello, el modelo de enseñanza por transmisión-recepción que se implementa en muchas instituciones educativas, ha permitido que el estudiante asuma una cultura de repetir textualmente lo que está escrito en la guía de trabajo y memorizar lo que se enseña, limitando la comprensión y enseñanza en profundidad de los conceptos abordados. Torres y Sarmiento (2014), comparten la idea, al afirmar que en clases de Biología es poco frecuente el uso de actividades que promuevan el desarrollo de habilidades argumentativas, debido a que algunos docentes de secundaria, enseñan los temas de genética basados en un modelo de repetición de conocimientos, modelo que dificulta en el estudiante la reflexión y en el docente acercarse a las concepciones que tiene el alumno sobre el tema.

De la misma manera, se evidenció conflictos en la elaboración de textos argumentativos, lo cual se deriva probablemente de la no aplicación de este tipo de habilidades en el desarrollo de las actividades académicas. Es por ello, que cuando se le pide a un estudiante argumentar su respuesta, expresan gestos que demuestran duda con la típica frase y ¿Cómo se hace? Lo anterior, demuestra que el manejo de la estructura argumentativa en las producciones textuales de los estudiantes es en su mayoría nivel 1. Sin embargo, no solo se puede decir que es un problema de los estudiantes; los docentes, intervienen directamente en el resultado, porque si no sabe argumentar empleando los componentes fundamentales, no podrá desarrollar esta habilidad en los estudiantes. Así, lo afirma Amaya y Pulido (2017) *“Muchas veces el mismo profesor no argumenta claramente sus ideas. A pesar de estar basadas en el conocimiento científico, a la hora de realizar la transposición didáctica, su discurso y estrategias no son las más apropiadas, teniendo en cuenta la diversidad de estudiantes presentes en un salón de clase. De allí la importancia que el docente sea el primero en manejar su capacidad de argumentación”*. Frente a esta situación, es de vital importancia que los estudiantes y profesores tengan claro cómo se estructura un texto argumentativo, y lo más principal, es que se explore esta habilidad en las clases de ciencias.

Como muestra, es frecuente que se formulen preguntas cerradas tanto en los instrumentos evaluativos como en los de desarrollo de una clase, las cuales impiden que el estudiante exprese su opinión de manera reflexiva y analítica sobre un fenómeno específico. Del mismo modo, no se generan espacios de debate, en los cuales se produzcan argumentos y contraargumentos frente a una situación dada. Ejemplo de esta situación, son los sistemas evaluativos desarrollados por el MEN, como son las pruebas SABER, cuyo estilo de pregunta, imposibilita en el estudiante el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico.

Sin embargo, existen avances poco significativos en la búsqueda de fomentar este tipo de habilidades especialmente las argumentativas, puesto que, se cae en el error de enseñar un concepto o teoría y no se permite que sea el estudiante quien regule su

aprendizaje y construya sus propios conocimientos. Lo anterior, se convierte en el nuevo reto educativo y objeto de estudio central de la didáctica de las ciencias.

Los estudiantes de la Institución Educativa Rural Cauca, producto de la aplicación del modelo de enseñanza de transmisión, presentan múltiples obstáculos en la producción de textos argumentativos. Con dificultades emiten una conclusión y escasamente una justificación. Por tal razón, es de vital importancia desarrollar actividades en el aula de clase que promuevan la movilización en los niveles argumentativos. *Además, a menudo, o bien escriben oraciones largas con dificultades de coordinación y subordinación, o bien muy cortas sin justificar ninguna afirmación.* (Sardá y Sanmartí, 2000). Citado por Amaya y Pulido (2017),

Además, al dialogar de manera abierta con los estudiantes sobre los conceptos del área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental que presentan mayor dificultad referente a su aprendizaje, la mayoría coincidieron con el tema de Genética, puesto que engloba varios modelos explicativos que generan en el estudiante confusión; además manifiestan que las actividades desarrolladas en el aula para abordar este concepto no facilitan el adecuado aprendizaje ocasionando desinterés y apatía por el área.

1.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la incidencia de los procesos argumentativos sobre la movilización en los modelos explicativos de genética y Herencia en estudiantes de grado Octavo de la Institución Educativa Rural Cauca, municipio de Puerto Asís?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Con el desarrollo de esta propuesta se pretendió que los estudiantes transiten de los modelos cotidianos con los cuales llegan al aula de clase, hacia las teorías científicas que sustentan el concepto de Genética y Herencia. Para ello, se aplicó una

unidad didáctica, que buscó cambiar la manera de expresar las ideas escritas, frente al fenómeno de la herencia y adoptar una postura crítica en la resolución de casos específicos, fundamentados en los postulados de Gregorio Mendel.

Adicional a ello, se buscó mejorar la calidad argumentativa de los textos desarrollados por los estudiantes como respuesta a los diferentes planteamientos propuestos en la unidad didáctica. Por lo general, los estudiantes inician con un nivel muy bajo de argumentación, en el caso de la investigación, nivel uno; no plantean una conclusión y los datos no son acordes a lo que se pregunta; lo anterior, relacionado con los modelos explicativos empleados basados en creencias cotidianas alejadas de los modelos científicos.

Los bajos niveles argumentativos identificados en los estudiantes están relacionados con modelos conceptuales alejados o incompletos de los modelos científicos, lo que consolida la idea que al iniciar la enseñanza de un concepto, es fundamental reconocer la estructura que de él tienen los estudiantes y diseñar las estrategias más asertivas en una secuencia didáctica intervenirlo y aportar aspectos de orden conceptual que enriquezcan sus argumentos. (Castaño, Ruiz y Cadavid, 2016).

Como visión del plan decenal de Educación 2016-2026, se propone tomar las medidas necesarias para que, desde la primera infancia, los colombianos desarrollen pensamiento crítico, con capacidades de regular su propio aprendizaje, reflexivos y analíticos, constructores de sus propios conocimientos. Para ello, es necesario que desde el aula se promueva habilidades de pensamiento crítico, por ejemplo, la argumentación. Con lo anterior, se pretendió incluir en las clases, actividades que contribuyan a mejorar la calidad de los argumentos que influyan directamente en fortalecer las habilidades argumentativas de los estudiantes.

Además, con la aplicación de la estrategia propuesta en la unidad didáctica se pretendió dinamizar las clases de ciencias, cambiar la imagen que tienen los estudiantes

sobre el concepto de genética Mendeliana, al ser concebido como el tema más difícil de comprender. De esta manera se buscó que el estudiante sea el actor principal de la clase, quien interactúe, proponga, critique, analice, reflexione sobre sus propias ideas y las de sus compañeros; y que a través de los argumentos y contraargumentos propuestos en cada espacio, construyan un modelo explicativo sobre la transmisión de rasgos hereditarios, respaldando los postulados de Gregorio Mendel.

Complementario a lo anterior, un aspecto favorable sobre el concepto genética es que aborda problemas con implicaciones sociales, éticas y científicas, sobre el proceso de transmisión de rasgos hereditarios, las cuales permitieron realizar cambios significativos en la forma de explicar el fenómeno, emitiendo argumentos a favor del modelo Mendeliano. A su vez, el estudiante al expresar sus ideas, está ejerciendo una actitud crítica, convirtiéndose en la finalidad principal del nuevo modelo educativo.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Describir la incidencia de los procesos argumentativos sobre la movilización en los modelos explicativos de los estudiantes del grado Octavo, de la Institución Educativa Rural Cauca, del municipio de Puerto Asís, en relación al concepto Genética y Herencia.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar los modelos explicativos que emplean los estudiantes sobre el proceso de transmisión de rasgos hereditarios.
- Identificar los niveles argumentativos de las intervenciones escritas propuestas por los estudiantes de grado Octavo.

- Analizar la movilización de los modelos explicativos y niveles argumentativos sobre Genética y Herencia expuestos por los estudiantes durante la aplicación de la secuencia didáctica.

2. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES ARGUMENTACIÓN EN CIENCIAS

El campo de investigación de la argumentación como categoría del pensamiento crítico, es extenso. Se han desarrollado múltiples investigaciones a nivel nacional e internacional relacionadas con el desarrollo de habilidades argumentativas. Sin embargo, en el caso particular de esta investigación, se retomarán aportes de estudios relacionados directamente con las categorías centrales que son los niveles de argumentación y el concepto Genética Mendeliana.

A nivel Internacional, un gran referente teórico es el trabajo realizado por Sarda, Sanmartí y Vela (2000): Argumentación en clases de ciencias. La investigación se fundamentó en analizar la calidad de los textos argumentativos elaborados por los estudiantes en clases de Ciencias. Para su análisis los autores emplearon el modelo argumentativo de Toulmin adaptado por Sardá, basado en argumentos y contraargumentos. Al evaluar los textos en función a su estructura, se deduce que en su mayoría contienen un hecho justificado, presentan conclusiones parciales poco pertinentes. Los autores, destacan la importancia de trabajar la competencia argumentativa haciendo uso del conocimiento científico, puesto que permite la formación de un alumnado capaz de actuar de manera crítica y responsable en la sociedad actual.

A nivel nacional se encuentra Tamayo Álzate (2012), en su investigación: La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños de básica primaria. A través del proyecto investigativo, el autor, desarrolló una estrategia didáctica que permitió caracterizar y describir las estructuras argumentativas empleadas en los estudiantes de grado cuarto y quinto de diferentes instituciones educativas. Además, incluyó dos categorías adicionales que son la resolución de problemas y la Metacognición. La unidad didáctica diseñada comprendía 10 actividades aplicadas a una población de estudiantes determinada, de los cuales se seleccionó una muestra del 10% con los que se realizó el

análisis cuantitativo y cualitativo de los productos, empleando la triangulación de varios instrumentos de análisis. Los resultados del análisis, demuestran que mediante la estrategia diseñada por el docente para la intervención en el aula de clase con enfoque hacia la argumentación, permitió una movilización significativa en los niveles de argumentación de los estudiantes, pasando de un nivel 1 y 2 a un nivel 3. Este movimiento hacia niveles argumentativos de mayor exigencia para los estudiantes se deriva posiblemente del trabajo intencionado realizado por los profesores en función del desarrollo de ciertas habilidades argumentativas en los estudiantes, a partir del conjunto de actividades desarrolladas a lo largo de la intervención didáctica.

Otra investigación es la tesis de maestría desarrollada por Franco, Narváez y Ospina (2012), titulada “incidencia de una unidad didáctica sobre mezclas y sustancias en el desarrollo de la capacidad argumentativa en estudiantes de grado cuarto”. Se concluyó que después de la aplicación de la unidad didáctica todos los estudiantes que hicieron parte de la investigación manejan por lo menos un elemento de la argumentación en algunas de sus respuestas, a diferencia de los resultados obtenidos de la prueba pretest. Después de implementar la unidad didáctica se encontró que los estudiantes, mejoraron significativamente en el uso de los cuatro elementos de la argumentación propuestos por Jiménez Aleixandre: justificación, conclusión, uso de pruebas y conocimiento básico, es decir, se puede notar que dentro del nivel medio se incrementa un 0,76% y en el nivel alto se incrementa 7,78% de los estudiantes. En los resultados se evidenció, que los estudiantes identificaban datos para llegar a conclusiones desde una justificación válida, lo anterior deja ver claramente la incidencia que tuvo la unidad didáctica en el desarrollo de la capacidad argumentativa de los estudiantes.

De la misma manera, es importante resaltar la investigación desarrollada por Aguirre, Gonzales y Pérez (2013), “enseñar ciencias más allá del aula, una estrategia para potenciar la argumentación en las clases de ciencias naturales en el tema: la materia, sus estados y transformaciones”. La investigación se desarrolló mediante una perspectiva cualitativa, que permitió a partir de un estudio de caso, hacer un seguimiento detallado de la

evolución en los procesos de argumentación de 15 estudiantes, tomando como referente el modelo argumentativo de Toulmin. Al finalizar el proceso, se concluyó que con el desarrollo del trabajo se hizo un aporte significativo a los procesos comunicativos de los estudiantes en la clase de ciencias, sobre todo por la contribución al fortalecimiento de los procesos argumentativos. Los estudiantes toman elementos de la experiencia de la visita al museo para cualificar sus argumentos, respaldando sus ideas con situaciones abordadas durante la actividad. Se logró evidenciar un salto cualitativo en la manera de argumentar de los estudiantes; en tanto en el segundo momento arrojaron respuestas con un nivel de elaboración y estructuración más completo que en situaciones iniciales, pues acudían a mayores elementos para respaldar y explicar sus aportes.

En Colombia se han desarrollado algunas investigaciones sobre la argumentación en la enseñanza de las ciencias naturales, específicamente el concepto Genética. Entre esas investigaciones se destaca la de Cardona y Tamayo (2009), Modelos de argumentación en ciencias: una aplicación a la genética; consistió en caracterizar los modelos argumentativos que utilizan estudiantes de biología en la solución de problemas de genética, desde las categorías modelo conceptual, estructura argumentativa y comportamiento discursivo. En el momento de resolver problemas, las estudiantes con las que realizaron el estudio emplearon estructuras argumentativas restringidas, un comportamiento discursivo que se caracteriza por el uso frecuente de conectores de posibilidad y deícticos, y el uso de modelos de herencia que han precedido al modelo molecular. En su investigación, resalta la pertinencia de incorporar en la enseñanza de las ciencias, la historia y epistemología para reconocer la manera como han sido contruidos los modelos de la ciencia y cuáles son los problemas del campo de conocimiento que aún no han sido resueltos y constituyen una fuente de hipótesis, discusiones y argumentaciones.

Gonzales García (2014), y su tesis de Maestría: Enseñanza-aprendizaje del concepto de herencia en estudiantes de básica secundaria rural; diseñó una unidad didáctica con actividades metacognitivas y de lenguaje para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje del concepto de herencia en estudiantes del área rural. En su investigación identificó los

modelos explicativos de los estudiantes de grado octavo y la determinó los obstáculos de aprendizaje acerca del concepto de herencia. Al realizar el análisis de resultados, concluyó el modelo explicativo con mayor frecuencia de respuestas fue el cotidiano de tipo inducido según las explicaciones de según Pozo (1999), y los obstáculos más representativos son los epistemológicos.

Pinzón y Sarmiento (2014), y su tesis: Un aporte para la enseñanza de la transmisión de rasgos hereditarios desde una perspectiva histórica que fortalece la argumentación. Al analizar la estructura de los argumentos de los estudiantes, concluyen que se puede identificar la coherencia entre las justificaciones elaboradas por los grupos, con los datos y la conclusión aportados por las docentes. Los estudiantes, a partir de los datos y de la conclusión, suministrada en cada texto, logran plantear una justificación, completando la estructura básica de un argumento, según el modelo propuesto por Toulmin (2007). Los autores deducen que se evidencia que en clases de Biología es poco frecuente el uso de actividades que promuevan el desarrollo de habilidades argumentativas, debido a que algunos docentes de secundaria, enseñan los temas de genética basados en un modelo de repetición de conocimientos, modelo que dificulta en el estudiante la reflexión y en el docente acercarse a las concepciones que tiene el alumno sobre el tema.

Trabajos de tesis de Maestría como el de Amaya y Pulido (2017), titulado “Desarrollo de la competencia argumentativa cuando se trabajan situaciones problema contextuales en el campo de las Leyes de Mendel”, donde a partir del desarrollo de la unidad didáctica se logró evidenciar evolución por parte de los estudiantes en cuanto a la construcción de textos argumentativos de acuerdo al esquema de Sardá y Sanmartí. La intervención didáctica permitió el desarrollo de la competencia argumentativa en los estudiantes, cuando se enfrentaban a situaciones problema, contextuales, en el campo de las leyes de Mendel.

2.2. ¿QUÉ ES LA ARGUMENTACIÓN?

Para Revel, Couló, Erdurán, Furman, Iglesia y Adúriz-Bravo (2005), la argumentación es una actividad social, intelectual y verbal que sirve para justificar o refutar una opinión, y que consiste en hacer declaraciones teniendo en cuenta al receptor y la finalidad con la cual se emiten.

Para Perelman y Olbrechts-Tyteca (1989), la argumentación está orientada hacia el convencimiento o la persuasión, en tanto consideran que la finalidad de la argumentación es convencer con razones o persuadir mediante recursos afectivos.

Según Osborne, Erdurán y Simón (2004), un argumento se refiere a los discursos que un estudiante o un grupo de estudiantes producen cuando deben articular o justificar sus conclusiones o explicaciones, mientras que la argumentación alude al proceso de elaboración de esos discursos.

2.3. ARGUMENTACIÓN EN CIENCIAS

En la enseñanza de las ciencias, varios autores han analizado la argumentación en el contexto del aula basándose en los modelos propuestos por Toulmin, Van Dijk y Adam.

Toulmin (1993), filósofo y epistemólogo, aporta una visión de la argumentación desde la formalidad y la lógica. Según este autor hay normas universales para construir y evaluar las argumentaciones, que están sujetas a la lógica formal. Elabora un modelo de la estructura formal de la argumentación: describe los elementos constitutivos, representa las relaciones funcionales entre ellos y especifica los componentes del razonamiento desde los datos hasta las conclusiones. El modelo que propone se basa en los siguientes componentes:

D = Datos: Hechos o informaciones factuales, que se invocan para justificar y validar la afirmación.

C = Conclusión: La tesis que se establece.

G = Justificación: Son razones (reglas, principios...) que se proponen para justificar las conexiones entre los datos y la conclusión.

F = Fundamentos: Es el conocimiento básico que permite asegurar la justificación.

Q = Calificadores modales: Aportan un comentario implícito de la justificación; de hecho, son la fuerza que la justificación confiere a la argumentación.

R = Refutadores: También aportan un comentario implícito de la justificación, pero señalan las circunstancias en que las justificaciones no son ciertas.

Para Toulmin un argumento necesita la apelación de justificaciones, evidencias y calificadores. Las justificaciones en argumentos científicos deben estar sustentados por evidencias. Estas evidencias deben reportar resultados de investigaciones. Las fuentes de dichos datos pueden ser las observaciones de sus propios experimentos, datos encontrados en los textos o explicados por el profesor, citado por Erdurán y Jiménez-Aleixandre (2007).

Van Dijk (1989) sostiene que la estructura del texto argumentativo puede ser descompuesta más allá de la hipótesis (premisas) y la conclusión, e incluye la justificación, las especificaciones de tiempo y lugar y las circunstancias en las cuales se produce la argumentación. Para él, lo que define un texto argumentativo es la finalidad que este tiene de convencer. El autor hace una aproximación a los rasgos estructurales resultantes de las operaciones cognitivas que se ponen en juego a la hora de escribir cualquier tipo de texto, distinguiendo tres niveles de organización la microestructura, la macroestructura y la superestructura.

Adam (1995) muestra, por su parte, cómo un texto argumentativo puede estar estructurado en diferentes secuencias. Tomando como base el modelo de Toulmin, Adam analiza los textos argumentativos como secuencias argumentativas encadenadas en las que se puede dar el caso de que la conclusión de una secuencia sea la premisa de la siguiente. Considera que, para validar las razones y conclusiones que se exponen en un texto, se utilizan unas reglas de inferencia que muy a menudo están implícitas.

Por otro lado, Zohar y Nemet (2002), evalúan la calidad de los argumentos escritos por los estudiantes según su estructura y contenido. Un argumento fuerte tiene varias justificaciones que soportan una conclusión, la cual incorpora conceptos científicos y hechos adecuados, relevantes y específicos. Los argumentos débiles consisten en justificaciones individuales no relevantes. Para los autores, las conclusiones que no incluyen algún tipo de justificación no son consideradas como argumentos.

Así mismo, Jiménez Aleixandre (2000), plantea tres componentes esenciales que son uso de conclusión, pruebas y justificación. Además de estos, se tiene en cuenta el conocimiento básico como un cuarto componente.

Por otro lado, una de las aplicaciones más difundidas e ilustrativas del modelo de Toulmin es una escala que permite cuantificar la argumentación según cinco niveles, que van desde la más básica (nivel 1), hasta una argumentación muy sofisticada (nivel 5). Esta escala fue propuesta por Osborne, Erdurán y Simón (2004), y ha sido usada por investigadores de distintos países para evaluar los argumentos sobre ciencias desarrollados por estudiantes y profesores.

Tabla 1. Escala Niveles Argumentativos propuesta por Osborne, Erdurán y Simón (2004)

NIVEL	CARACTERÍSTICAS
ARGUMENTATIVO	
1	Comprende los argumentos que son una descripción simple de la vivencia.
2	Comprende argumentos en los que se identifican con claridad los datos y una conclusión.
3	Comprenden argumentos en los cuales se identifican con claridad los datos, conclusiones y justificación.
4	Comprende argumentos constituidos por datos, conclusiones y justificaciones, haciendo uso de cualificadores o respaldo teórico.
5	Comprende argumentos en los que se identifican datos, conclusión(es), justificación(es), respaldo(s) y contraargumento(s).

Fuente: Tomada de Gonzales García (2014), pag.57.

2.4. IMPORTANCIA DE ENSEÑAR GENÉTICA A TRAVÉS DE UNIDADES DIDÁCTICAS

Cañal (1997), define una unidad didáctica como una unidad básica para el diseño y desarrollo de todo proceso de enseñanza y aprendizaje, conformada “por un conjunto de actividades estructuradas en función de una orientación didáctica determinada, de una estrategia de enseñanza y de unas modalidades de regulación específicas”.

La unidad didáctica (UD) se entiende como una unidad de trabajo relativa a un proceso de enseñanza-aprendizaje, articulado y completo (MEC, 1989, citado por Gallego y Salvador, 2010, p. 303). De acuerdo con lo propuesto por los autores la UD pretende desarrollar aprendizajes significativos de una temática específica, razón por la cual es conocida como unidad relativa de trabajo.

Se entiende por Unidad Didáctica, el proceso flexible de planificación de la enseñanza de los contenidos relacionados con un campo del saber específico (bien sea en el área de las ciencias Naturales y Sociales)”. (Tamayo, Vasco, Suárez, Quiceno, García y Giraldo, 2011).

La propuesta de Tamayo et al. (2011), definen el concepto unidad didáctica partiendo de una toma de distancia del modelo transmisionista por parte del docente y la actitud pasiva de los estudiantes, y en pro de que el alumno acoja un modelo constructivista.

2.4.1. Componentes de la unidad didáctica

El modelo de Unidad didáctica propuesto por Tamayo (2011), está conformado por cinco componentes: ideas previas, historia y epistemología de la ciencia, múltiples modos semióticos y TIC, reflexión metacognitiva y evolución conceptual.

Ideas previas: Se define idea previa como aquellos conceptos que traen los estudiantes antes de adquirir un conocimiento formal, entendido este último como el conocimiento que abarca el talento y comprensión de los conceptos científicos (Viennot, 1979; Driver, 1973; Pfundt y Duit, 1991 y Martínez, 1998, citados por Tamayo et al., 2011, p. 106). Las ideas previas de toda persona son adquiridas por múltiples fuentes como: la convivencia con otras personas, la televisión, radio, internet, leer e interactuar en un medio lleno de información, entre otras.

Campanario y Otero (2000), plantean que todos los estudiantes conservan un conjunto muy variado de ideas previas (preconcepciones) sobre los diferentes contenidos científicos y que la mayoría de veces las preconcepciones de los alumnos son erróneas.

La importancia de la exploración de las ideas previas para los procesos de enseñanza-aprendizaje en el aula es la de identificar los diferentes niveles del conocimiento elaborado por los estudiantes a través la experiencia adquirida en la vida cotidiana.

Historia y epistemología de la ciencia: Tamayo et al. (2011) proponen: “la historia de la ciencia estudia los diferentes cambios y evolución del pensamiento científico en una trayectoria espacio-temporalmente dinámica de las teorías científicas. (...) la epistemología se entiende como el estudio del conocimiento científico frente al estudio el conocimiento común” (pp. 108-109).

La historia, epistemología y filosofía de la ciencia son un componente vital en la elaboración de UD, permitiendo en estudiantes y maestros desarrollar un conjunto de habilidades o beneficios que llevan a la construcción de ciencia partiendo de la importancia de los hechos científicos del pasado, la interdisciplinaridad en los saberes y la búsqueda del aprendizaje significativo.

Múltiples modos semióticos y las TIC: Desde la perspectiva de las ciencias cognitivas, las representaciones son consideradas como cualquier noción, signo o conjunto de símbolos que significan algo en el mundo exterior o el mundo interior (Tamayo, 2006, p. 39). Todo lo que perciben los sentidos (olfato, gusto, tacto, audición y visión) lo representa la mente (Tamayo, 2006).

La utilización de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje puede agregar valor a la construcción de conocimiento, en la medida que apoya el individuo y al grupo en la creación de representaciones mentales y sociales respectivamente. Asimismo, contribuyen al desarrollo de competencias para la toma de decisiones a la solución de

problemas y, a la vez, facilitan el intercambio de conocimientos y experiencias, dadas las sinergias propias de las redes de aprendizaje mediadas por tecnología.

Metacognición: La Metacognición se define como el dominio y regulación que tiene el sujeto sobre sus propios procesos cognoscitivos (Flavell, 1976, citado por Tovar, 2008, p. 3). Para Palincsar y Brown (1997) citados por Maturano, Soliveres y Macías (2002). El conocimiento metacognitivo consiste en el monitoreo activo y la regulación que se genera después de realizar actividades de procesamiento de la información. En el campo de la Didáctica de las Ciencias la Metacognición es de gran importancia debido que permite la adquisición, comprensión, retención y aplicación de lo que se aprende en los cursos (Tamayo, 2009).

La autorregulación cognitiva realizada por los estudiantes permite que estos experimenten otras formas de comunicación, ser creativos con la ayuda de múltiples lenguajes. El ejercicio metacognitivo conlleva a desarrollar en el estudiante pensamiento crítico frente al contenido debido que le permite el autoconocimiento. Por otra parte permite identificar en el estudiante obstáculos lingüísticos, pedagógicos y epistemológicos.

Evolución conceptual: El componente evolución conceptual dentro de la UD facilita las labores del profesor y del estudiante según Tamayo (2011) por las siguientes razones: Permite que tanto la unidad didáctica como cada uno de sus componentes sean evaluados constantemente, logrando de esta forma conseguir e identificar la evolución conceptual alcanzada con la UD.

Los modelos mentales tanto del profesor como de los estudiantes adquiridos por el conocimiento común y cotidiano de los fenómenos científicos son transformados. Conlleva a que el estudiante logre desarrollar la capacidad de decisión para inclinarse por una teoría que le permita dar solución a las preguntas iniciales. Favorece el desarrollo de la creatividad con el fin de lograr una evolución conceptual por parte de los estudiantes de acuerdo con una serie de actividades propuestas por el profesor.

2.5. REFERENTE HISTÓRICO Y EPISTEMOLÓGICO DE LA GENÉTICA Y HERENCIA

Desde hace muchos siglos, diferentes autores han investigado sobre el maravilloso mundo de la genética y el misterio que engloba el proceso de transmisión de caracteres hereditarios. Muchas referencias bibliográficas, retoman la historia de la genética, desde los estudios de Aristóteles hasta 1866 con la publicación del trabajo investigativo de Gregorio Mendel, como punto de partida en la historia de la genética, y es solo hasta 1900 donde se da relevancia a los resultados de dicho estudio. Es por ello, que la historia de la genética se divide en tres episodios, el pre Mendeliano, Mendelianos y el post Mendeliano.

Thomas Hunt Morgan, en su publicación bibliográfica “Historia de la genética”, proporciona uno de los pocos trabajos analíticos autorizados que tratan de la historia inicial de la genética.

El autor, realiza un recorrido histórico detallado sobre la genética desde sus principios con Aristóteles, pasando por la Pangénesis, el Epigenismo, la teoría del Preformismo, teoría herencia mezcladora, herencia de caracteres adquiridos, estudios de Gregorio Mendel, y posterior a ello, los estudios de Thomas Morgan, James Watson y Francis Cric, quienes demuestran la estructura de la molécula de la herencia y en 2003 luego de muchos trabajos sobre secuenciación en procariotas y eucariotas se publican los resultados del Proyecto Genoma Humano.

Al realizar lectura de diversos referentes teóricos sobre la historia de la genética, se denota que desde siglos a.C., los babilonios y los egipcios producían frutos por fecundación artificial, y cruces de animales para obtener razas modificadas; acciones que demuestran que desde aquellas épocas remotas ya se utilizaba la genética. En la antigüedad se creía que el hombre era quien aportaba la información genética para el nuevo individuo y que la mujer era solo un reservorio. Más adelante se propuso que los descendientes heredaban una

mezcla de las características de sus padres; sin embargo hoy por hoy gracias a los descubrimientos de Mendel, se logró comprender los reales mecanismos de la herencia.

2.6. EL APORTE DE GREGORIO MENDEL EN EL CAMPO DE LA GENÉTICA

Entre tantos personajes históricos que dedicaron tiempo de su vida a investigar sobre la genética, se encontró un hombre conocido como Gregor Mendel, un monje Austriaco que por muchos años se dedicó a realizar experimentos de hibridación o mezcla de plantas para obtener ejemplares con las mejores características. Su trabajo fue muy riguroso y de gran precisión. Hacia el año 1866 publicó los resultados de sus experimentos, sin embargo, no fue sino hasta después de 30 años de su muerte que estos fueron reconocidos.

Mendel es considerado como el padre de la Genética pues su trabajo permitió demostrar que las características o rasgos heredados en los organismos se encuentran en unidades discretas que el mismo llamo element; prácticamente lo que hoy conocemos como genes, y los principios por los cuales los rasgos se transmiten de padres a hijos (Curtis 2008).

En sus observaciones Mendel encontró que en muchos casos los resultados de un cruzamiento en la primera generación (primera generación filial o F1) todos los descendientes mostraban solo una de las dos características del cruce, la otra no aparecía. A aquella característica que aparecía en la F1 Mendel la llamó Dominante.

Luego permitió que las plantas de la F1 se auto polinizarán, entonces la característica que no aparecía en la F1 apareció en la segunda generación filial o F2 en una proporción de 3 a 1, a esta característica o variante Mendel la llamó Recesiva.

De los resultados obtenidos en la investigación, Mendel formuló tres (3), teorías conocidas hoy como Las leyes de Mendel, las cuales se describen a continuación:

2.6.1. Ley de la uniformidad de los híbridos de la primera generación (F1) o principio de dominancia.

Plantea que, al cruzar dos variedades de individuos de raza pura, (ambos homocigóticos), para un determinado carácter; todos los híbridos de la primera generación son iguales. Mendel llegó a esta conclusión al trabajar con una variedad pura de plantas de guisantes que producían las semillas amarillas y con una variedad que producía las semillas verdes. Al hacer un cruzamiento entre plantas, obtenía siempre plantas con semillas amarillas. Esto significa que el polen de la planta progenitora aporta a la descendencia un alelo para el color de la semilla, y el óvulo de la otra planta progenitora aporta el otro alelo para el color de la semilla: de los dos alelos, sólo se manifiesta aquel que es dominante (A), mientras que el recesivo (a) permanece oculto.

2.6.2. Ley de la separación o disyunción de los alelos.

Mendel tomó plantas procedentes de las semillas de la primera generación del experimento anterior y las polinizó entre sí. Del cruce obtuvo semillas amarillas y verdes en la proporción 3:1. Aunque el alelo que determina la coloración verde de las semillas parecía haber desaparecido en la primera generación filial, vuelve a manifestarse en esta segunda generación. Con lo anterior; interpretó que los dos alelos distintos para el color de la semilla presentes en los individuos de la primera generación filial, no se han mezclado ni han desaparecido, sólo ocurría que se manifestaba uno de los dos. Cuando el individuo de fenotipo amarillo y genotipo Aa, forme los gametos, se separan los alelos, de tal forma que en cada gameto sólo habrá uno de los alelos, Parga (2008).

2.6.3. Ley de la herencia independiente de caracteres.

Se refiere al caso en el que se contemplen dos caracteres distintos. Cada uno de ellos se trasmite siguiendo las leyes anteriores con independencia de la presencia del otro carácter. Mendel cruzó plantas de guisantes de semilla amarilla y lisa con plantas de semilla verde y rugosa. Las semillas que resultaron de este cruce fueron todas amarillas y lisas, cumpliéndose así la primera ley para cada uno de los caracteres considerados, y revelando también que los alelos dominantes para esos caracteres son los que determinan el color amarillo y la forma lisa.

Las plantas obtenidas y que constituyen la F1 son dihíbridas (AaBb). Estas plantas de la F1 se cruzan entre sí, teniendo en cuenta los gametos que formarán cada una de las plantas. Se puede apreciar que los alelos de los distintos genes se transmiten con independencia unos de otros, ya que en la segunda generación filial, F2 aparecen guisantes amarillos y rugosos y otros que son verdes y lisos, combinaciones que no se habían dado ni en la generación parenteral (P), ni en la filial primera F1.

Los resultados de los experimentos de la tercera ley refuerzan el concepto de que los genes son independientes entre sí, que no se mezclan ni desaparecen generación tras generación. Para esta interpretación fue importante la elección de los caracteres, pues estos resultados no se cumplen siempre, sino sólo en el caso de que los dos caracteres a estudiar estén regulados por genes que se encuentran en distintos cromosomas. No se cumple cuando los dos genes considerados se encuentran en un mismo cromosoma, es el caso de los genes ligados, Parga (2008).

2.6.4. Modelos explicativos sobre Genética y Herencia

A continuación, se relacionan los modelos explicativos propuestos acerca del concepto de herencia y genética:

Tabla 2. Modelos explicativos sobre herencia y genética

MODELO EXPLICATIVO	CARACTERISTICAS
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.
Preformista	Darwin (1856). 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.
Herencia mezcladora	Lamarck (1809). 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.
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	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.

Fuente: Tomada de Gonzales García (2014), pag.57.

3. METODOLOGÍA

El proyecto investigativo se llevó a cabo en tres momentos: Primero, identificar los modelos explicativos iniciales que muestran los estudiantes en torno al tema de transmisión de caracteres hereditarios. Para esto se aplicó un cuestionario constituido por preguntas de tipo argumentativas. Segundo, intervenir mediante la elaboración, aplicación y valoración de una unidad didáctica, tomando como base los hallazgos identificados en el primer momento. En el tercer momento se aplica, por segunda vez, el cuestionario inicial, con el fin de analizar la movilización en los modelos explicativos y niveles de argumentación.

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación con enfoque cualitativo descriptivo, cuyo propósito principal es analizar, evaluar y comparar los argumentos planteados por los estudiantes en las tres fases de la investigación, con respecto al concepto central que es la genética Mendeliana.

Es cualitativo porque utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación y puede o no probar hipótesis en su proceso de interpretación (Hernández Sampiere, 2003). Los datos utilizados en el análisis de la información se obtuvieron de la aplicación diversos instrumentos como el pre-test y el post-test.

Es descriptivo porque la información recogida se limita a las categorías de estudio sin definir o tener en cuenta otros elementos o fenómenos que se puedan desarrollar en el transcurso del estudio. En esta clase de estudios el investigador debe ser capaz de definir, o al menos visualizar, qué se medirá (qué conceptos, categorías, componentes, etc.) y sobre qué o quiénes se recolectarán los datos (personas, grupos, comunidades, objetos, animales, hechos, etc.), Hernández et al., (2010).

3.2. DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN

La población que se utiliza como objeto de estudio en esta investigación, son los estudiantes del grado Octavo de la Institución Educativa Rural Cauca, ubicada en la vereda que lleva su mismo nombre, perteneciente al municipio de Puerto Asís, departamento de Putumayo. El tamaño de la población es de 17 estudiantes de los cuales 6 son mujeres y 11 son hombres. Los estudiantes se encuentran entre los 13 y 15 años de edad.

3.3. UNIDAD DE TRABAJO

La investigación se realizó con 6 estudiantes que pertenecen al grado Octavo de la Institución Educativa Rural Cauca. Los criterios que se tuvieron en cuenta para la selección fueron aleatorios, para lo cual se escogieron tres estudiantes con desempeño básico y tres estudiantes con desempeño alto.

3.4. CATEGORÍAS DE INVESTIGACIÓN

El proyecto de investigación aborda dos categorías: Niveles argumentativos, que comprende los cinco niveles de argumentación propuestos por Erdurán, Simón & Osborne (2004); y Modelos explicativos sobre Genética y Herencia, los cuales se describen a continuación:

Tabla 3. Categorización de investigación

CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS	DESCRIPCION
MODELOS EXPLICATIVOS	Cotidiano	Son las creencias populares acerca de la herencia. Un ejemplo de ello es que los caracteres se heredan por medio de la sangre.
	Preformista	Este modelo propone que el embrión provenía de un organismo que ya estaba preformado (homúnculo).
	Herencia	Cuando se combinan los óvulos y los espermatozoides,
	Mezcladora	se produce una mezcla de material hereditario que resulta en una combinación
	Caracteres	Los rasgos que cada individuo adquiere durante su
	Adquiridos	vida pueden ser transmitidos a sus descendientes.
	Mendeliano	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
	Nivel 1	Comprende los argumentos que son una descripción simple de la vivencia.
	Nivel 2	Comprende argumentos en los que se identifican con claridad los datos y una conclusión.
NIVELES ARGUMENTATIVOS	Nivel 3	Comprenden argumentos en los cuales se identifican con claridad los datos, conclusiones y justificación.
	Nivel 4	Comprende argumentos constituidos por datos, conclusiones y justificaciones, haciendo uso de cualificadores o respaldo teórico.
	Nivel 5	Comprende argumentos en los que se identifican datos, conclusión(es), justificación(es), respaldo(s) y contraargumento(s).

Fuente: Elaboración propia

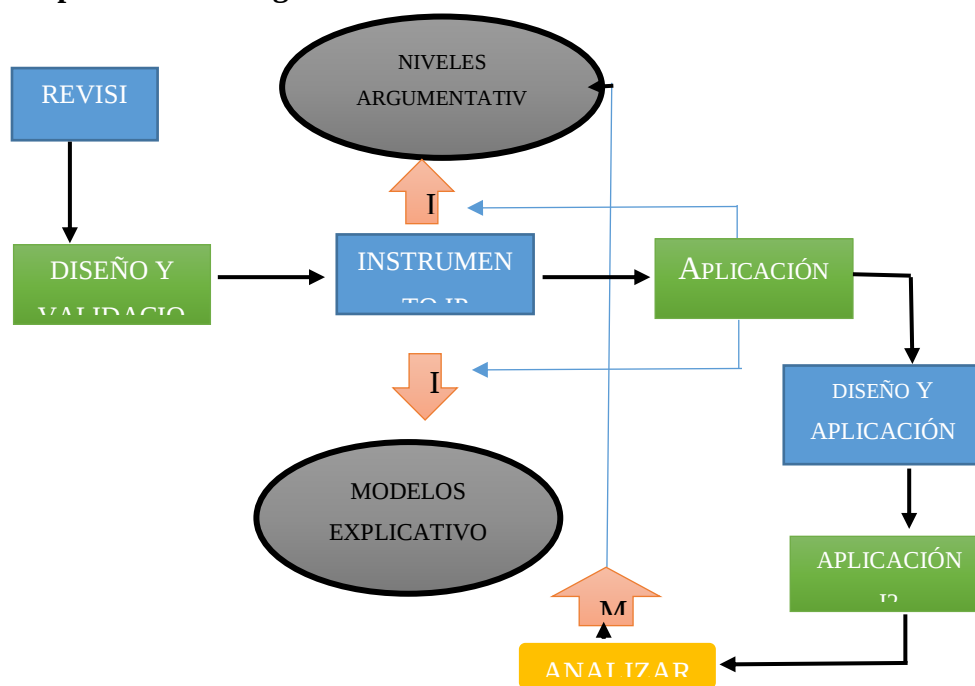
3.5. INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Instrumento de ideas previas: Se diseñó un cuestionario que consta de seis (6) preguntas relacionadas con la transmisión de caracteres hereditarios. Se aplicó a todos los 17 estudiantes de grado Octavo, con el fin de identificar los modelos explicativos que emplean los estudiantes referentes a la transmisión de caracteres hereditarios, al igual que los niveles argumentativos en los que se encuentran las intervenciones textuales, en la fase inicial. Igualmente, se aplicó en el momento tres, para describir la movilización en los modelos explicativos y niveles argumentativos de los estudiantes de grado Octavo al finalizar la unidad didáctica. (Anexo 1).

3.6. DISEÑO Y ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realiza en cinco (5) fases, las cuales se describen a continuación:

Figura 1. Etapas de la investigación



Fuente: Elaboración propia

Fase 1: Revisión teórica

Teniendo en cuenta el enfoque central de la investigación (La Argumentación), y el concepto a abordar en la unidad didáctica (Genética y Herencia), se realizó un recorrido teórico sobre investigaciones desarrolladas en el campo de investigación seleccionando las categorías y subcategorías de la investigación.

Fase 2: Validación de los instrumentos.

Comprende el diseño y posterior validación del instrumento que permitió la recolección de información, como son el instrumento de ideas previas (IP). Para ello, se realizó una prueba piloto, cuyo resultado permitió modificar la redacción de las preguntas, con el fin de facilitar la comprensión del concepto.

Fase 3: Aplicación del instrumento de ideas previas.

Para la recolección de las ideas previas que permita identificar los niveles argumentativos y modelos explicativos relacionados con el concepto Genética y Herencia que presentan los estudiantes, se aplicó un instrumento inicial (I1) que contiene seis (6) preguntas abiertas, que permiten exponer libremente sus preconcepciones sobre la temática a abordar. (Anexo 1).

El instrumento se aplicó a toda la población objeto de estudio, es decir a los 17 estudiantes del grado Octavo de la Institución Educativa Rural Cauca, con el fin de describir los modelos explicativos que utilizan los estudiantes sobre el proceso de transmisión de rasgos hereditarios y analizar los niveles de argumentación en los que se encuentran las producciones textuales.

Fase 4: Diseño y aplicación de la unidad didáctica

A partir del análisis del I1, se diseñó la unidad didáctica con actividades que promuevan el desarrollo de la habilidad argumentativa y permita evolución en los modelos explicativos hacia el modelo Mendeliano. La unidad didáctica se aplicó durante cuatro (4) semanas como se estipula en el modelo diseñado (Anexo 2). Se dispuso de cuatro (4) horas semanales, correspondientes a las horas académicas asignadas para el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, con previa autorización escrita de la directora de la Institución Educativa Rural Cauca.

Fase 5: Aplicación del instrumento final y análisis de resultados

Posterior a la aplicación de la unidad didáctica, se procedió con el instrumento final (I2), con el cual se pretendía analizar la movilización tanto en los niveles argumentativos como en los modelos explicativos de las producciones textuales.

Para el análisis de la información, se tomaron las respuestas de seis estudiantes previamente seleccionados. Mediante el empleo de una matriz se procedió a digitar las respuestas a cada uno de los ítems del cuestionario aplicado. La matriz contiene información sobre la identidad del estudiante identificado con un código numérico (1, 2, 3, 4, 5, 6), la pregunta planteada en el instrumento, la producción textual arrojada como respuesta por parte del estudiante y la posterior caracterización del modelo explicativo que surgieron tratando de dar respuesta a las leyes de la herencia, como son: Cotidiano, Preformista, Herencia mezcladora, Caracteres Adquiridos, Mendeliano.

De la misma manera, para identificar los niveles argumentativos se empleó la matriz utilizando el modelo adaptado por Erdurán (2004), del cual se desprenden cinco niveles argumentativos. Para el análisis de las producciones textuales e intervenciones orales, fue necesario tener en cuenta la estructura del texto argumentativo asignando una codificación a los elementos que componen la estructura del texto, de la siguiente manera. Dato (D), Justificación (J), Conclusión (C), Respaldo (R), Contraargumento (K).

Los hallazgos arrojados, se contrastaron con las investigaciones del marco teórico con el fin de tener un sustento teórico que respalde o refute dicho resultado. Al final se evaluó la contribución de la unidad didáctica en el logro del objetivo central de la investigación.

3.7. UNIDAD DIDÁCTICA

La unidad didáctica diseñada se diseña tomando como referencia los criterios propuestos por Tamayo et al. (2011):

- Ideas previas
- Historia y epistemología de la ciencia
- TIC
- Evolución conceptual

El componente Ideas previas se desarrolla con la aplicación del instrumento inicial, que sirvió de base para la planeación de la intervención didáctica; La Historia y epistemología de la ciencia, se aborda con el desarrollo de un debate. Para el desarrollo de la actividad se proporciona como insumo información teórica sobre los aportes que se hicieron en el campo de la herencia. Las TIC, se emplean con el uso de las tabletas para la visualización de videos relacionados con el concepto, y a su vez como insumo para el desarrollo de las actividades propuestas. La evolución conceptual, se relaciona con la movilización en los modelos empleados por los estudiantes para explicar el proceso de transmisión genético en los diferentes planteamientos propuestos durante la unidad didáctica.

Como se mencionó anteriormente el tiempo definido para el desarrollo de la unidad didáctica es de 4 semanas, con una intensidad semanal de 4 horas correspondientes a las horas académicas asignadas para el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, tal como se especifica en el Anexo 2.

4. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. MODELOS CONCEPTUALES EMPLEADOS POR LOS ESTUDIANTES PARA EXPLICAR LA TRASMISIÓN DE CARACTERES HEREDITARIOS DURANTE LA FASE INICIAL.

A continuación, se presenta el análisis de las respuestas escritas arrojadas por los estudiantes de grado Octavo de la Institución Educativa Rural Cauca, durante la aplicación del instrumento de ideas previas, el cual consta de seis (6) preguntas abiertas (Anexo 1). Con los resultados se logró identificar los modelos explicativos y niveles de argumentación de los estudiantes respecto al proceso de transmisión de rasgos hereditarios en la etapa inicial.

4.1.1. Estudiante E1: Modelos explicativos empleados.

Al analizar las 6 preguntas del instrumento inicial, se deduce que el estudiante E1, emplea modelos explicativos como el cotidiano (3 respuestas), Herencia Mezcladora (1 respuesta) y Mendeliano (2 respuestas), como respuesta a las diferentes situaciones planteadas respecto a la transmisión de caracteres hereditarios. Los modelos Preformismo y Caracteres adquiridos no se ven reflejados en las respuestas escritas arrojadas por el estudiante.

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo cotidiano:

Respuesta al ítem 1: “*Me parezco más a mi mamá porque ella tiene la sangre más pesada*”. En esta respuesta se puede apreciar claramente que el estudiante se basa en comentarios que ha escuchado en el entorno familiar o social, expresiones que según Pozo (1989), citado por Gonzales García (2014), son inducidas. En el ejemplo, el estudiante relaciona su parecido físico con la madre debido a que la sangre de ella es más fuerte que la del padre, coincidiendo con los resultados de Amaya y Pulido (2017), al enunciar que la

mayoría de las respuestas se encaminan a explicaciones que han escuchado en su entorno próximo a situaciones similares relacionadas con la herencia, como, por ejemplo, que el ADN del hombre es más fuerte o que la transmisión de información genética está estrechamente ligada con la sangre.

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo Herencia Mezcladora:

Respuesta al ítem 4: *“Creo que serían grises porque al combinarse saldría este color”*. Esta declaración se enmarca dentro del modelo explicativo Herencia Mezcladora, puesto que el estudiante expresa que se produce una mezcla de material hereditario, tal como lo plantea Lamarck (1809), que al mezclar dos tintas de distinto color se obtiene otro color como resultado de la fusión. El estudiante resalta en su explicación, que ciertos rasgos característicos se obtienen de la mezcla de sus componentes, en este caso el color gris resultante de la mezcla de un color claro con un oscuro; así mismo lo expresa Gonzales García (2004), basada en los planteamientos de Curtis (2000), al afirmar 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”.

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo Mendeliano:

Respuesta al ítem 3: *“Se ubica en el núcleo celular porque es allí donde se encuentra el ADN que contiene los genes en los que esta la información genética”*. En la declaración el estudiante emplea un concepto propio de la herencia, los genes como portadores de la información Genética, por tal razón su explicación se ubica en el modelo Mendeliano, puesto que en los estudios realizados por Mendel (1860), se logró determinar que los caracteres heredados se encuentran en unas unidades discretas a las que el llamo element, hoy conocidas como genes, Curtis (2008), citado por Amaya y Pulido (2017). Sin embargo, esta idea previa es de origen escolar según Pozo (1999), puesto que el estudiante posee preconcepciones adquiridas en su proceso de aprendizaje escolar.

4.1.2. Estudiante E2: Modelos explicativos empleados.

Al analizar las seis (6) declaraciones del instrumento inicial, el estudiante E2 emplea el modelo cotidiano (4 respuestas), Herencia Mezcladora (1 respuesta) y Mendeliano (1 respuesta).

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo cotidiano:

Respuesta al ítem 2: *“Si tengo algo de parecido a mis abuelos porque mi papá tiene la misma sangre de ellos y yo tengo algunas partes del cuerpo parecidas a mis abuelos”*. En esta respuesta, el estudiante relaciona la sangre como portadora de la información genética, caracterizándose como un modelo explicativo cotidiano, que según Pozo (1989), citado por Gonzales (2014), son concepciones inducidas por el entorno familiar o social, sin ningún respaldo científico. Por ejemplo en el entorno familiar se pueden generar comentarios relacionados con el parentesco, en las que el estudiante se basa para dar la explicación al interrogante, según Pozo (1999), son ideas alternativas que conducen a errores o falsas explicaciones.

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo Herencia Mezcladora:

Respuesta al ítem 4: *“Los ojos de los hijos saldrían de color café claro porque al combinar el color de los ojos del papá y de la mamá resultaría el color claro”*. El estudiante, mencionan que, al unirse los dos tipos de color de ojos, se produce una mezcla de características, cuyo resultado sería café claro. Esta explicación se basa en el postulado de Lamarck (1809), citado por Gonzales (2014), quien manifiesta que al unirse los dos gametos se produce una mezcla de material hereditario, semejante a la mezcla de tintas de diferentes colores; según Pozo (1989), este tipo de concepciones son inducidas por el entorno familiar o social.

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo Mendeliano:

Respuesta al ítem 5: *“Los hijos no heredarían la cola corta de sus padres porque si los padres hubieran nacido sin cola entonces los hijos lo heredarían”*. El estudiante, emplea el modelo Mendeliano al especificar que los hijos adquieren características heredables de los padres. Esta explicación se basa en las conclusiones de la investigación desarrollada por Mendel (1860) y formuladas por Karp (1998), citado por Gonzales (2014), donde se afirma que los rasgos característicos de cada individuo provienen de los progenitores, quienes aportan un alelo para cada rasgo. Por lo anterior, el estudiante manifiesta que los hijos heredan la característica cola larga con la cual nacieron los padres, es decir que son rasgos genéticos contenidos en el material hereditario y se transmiten como copias a las nuevas generaciones (Pierce 2010).

4.1.3. Estudiante E3: Modelos explicativos empleados.

En el instrumento inicial el estudiante E3, emplea el modelo cotidiano (5 respuestas), y preformista (1 respuesta).

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo cotidiano:

Respuesta al ítem 1: *“Yo me parezco a mi madre. El parecido se debe a que somos muy idénticas y Dios quiso que me pareciera mucho a mi madre”*. El estudiante, relaciona las creencias religiosas con el parecido físico hacia su madre. Según Gonzales (2014), esta explicación puede ser consecuencia de una explicación cultural y religiosa a la cual se ha expuesto el estudiante durante toda su vida. Por lo anterior, la explicación se comporta como una creencia popular proveniente de una cultura religiosa, que en el campo de la genética es considerado un modelo Cotidiano, al no tener un respaldo científico.

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo Preformista:

Respuesta al ítem 2: *“No tengo ningún parecido a mis abuelos porque solo me puedo parecer a una sola persona y es a mi madre”*. El estudiante manifiesta que la madre

aporte toda la información genética, por lo tanto, solo presenta rasgos fenotípicos provenientes de uno de sus progenitores. Según Gonzales (2014), estas concepciones se relacionan con el género, ya sea porque el hijo varón se va a parecer al papá y la hija mujer se va a parecer a la mamá. En el modelo preformista “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” (Mardarás, et al., 2012), citado por Amaya y Pulido (2017). Por lo anterior, se considera la explicación del estudiante dentro del modelo Preformista, al aludir su parecido únicamente con su madre como la única portadora de la información genética.

4.1.4. Estudiante E4: Modelos explicativos empleados.

En el instrumento inicial el estudiante E4 emplea el modelo cotidiano (3respuestas), y Mendeliano (3 respuestas).

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo cotidiano:

Respuesta al ítem 5: “*Los hijos salen con cola larga porque la raza de los ratones es de cola larga y se la cortaron para el experimento*”. La declaración se soporta en datos obtenidos de la observación al afirmar que las características propias del tipo de raza se manifiestan en la descendencia. Sin embargo, la parte del texto “*se la cortaron para el experimento*”, significa que los rasgos adquiridos no son heredables a las futuras generaciones; sin embargo, la producción textual aportada por el estudiante no tiene respaldo científico, puesto que se basa en cuestiones adquiridas de su propia vivencia, y que según Pozo (1999), son ideas previas de tipo sensorial basadas en actividades cotidianas.

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo Mendeliano:

Respuesta al ítem 4: “*Si la mujer aporta más genes salen el color de ojos café oscuro y si el padre aporta más genes salen de color azul*”. El estudiante emplea conceptos

propios de Genética, al aludir que ciertos rasgos fenotípicos como el color de ojos, provienen de los genes aportados en el momento de la unión de gametos (Karp 1998). Sin embargo, la expresión “si la mujer aporta más; si el padre aporta más”, dentro del campo genético se ubica dentro del modelo cotidiano, como concepciones inducidas por el entorno familiar o social, Pozo (1989).

4.1.5. Estudiante E5: Modelos explicativos empleados.

En el instrumento inicial el estudiante E5 emplea el modelo cotidiano (3 respuestas), Herencia Mezcladora (1 respuesta), Caracteres Adquiridos (1 respuesta) y Mendeliano (1 respuesta).

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo cotidiano:

Respuesta al ítem 3: *Se ubica en el cerebro, porque de allí viene la inteligencia y el control que uno hace.* La declaración desarrollada por el estudiante, se basa en conocimientos adquiridos durante su formación académica, al enunciar que la información genética se ubica en el cerebro. Según Pozo (1999) este tipo de ideas previas es de origen escolar, dado que el estudiante genera una confusión relacionando el cerebro como órgano que coordina el funcionamiento celular. La información es incompleta porque no se especifica si es en el cerebro de la célula, o el cerebro del cuerpo humano; solo se fundamenta en un dato teórico adquirido durante su formación académica (Amaya y Pulido, 2017).

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo Herencia Mezcladora:

Respuesta al ítem 4: *“Serían los ojos de color claro porque el padre tiene ojos de color azul y la madre café oscuro. Como aportan la misma cantidad de cromosomas entonces los hijos salen de color café por la mamá y claro por parte del papá”.* Esta declaración, se fundamenta en el modelo Herencia mezcladora, puesto que el estudiante manifiesta que se presenta una fusión de cromosomas, cuyo resultado final contiene una

característica propia de cada progenitor. Así mismo lo plantea Curtis (2000), al expresar que, según esta hipótesis, podría predecirse que la progenie de un animal negro y de uno blanco sería gris, al mezclarse el material hereditario.

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo Caracteres Adquiridos:

Respuesta al ítem 5: “*Serian de cola corta porque en la sangre tienen los genes de cola larga pero cuando se juntaron tenían la cola corta entonces así nacen los hijos*”. El dato inicial “*en la sangre tienen los genes*”, se ilustra dentro del modelo Cotidiano al expresar que los genes portadores de la información genética se ubican en la sangre. Sin embargo, el dato “*cuando se juntaron tenían la cola corta entonces así nacen los hijos*”, refleja un modelo explicativo Caracteres Adquiridos, manifestando que las características adquiridas durante la vida del organismo son transmitidas a las futuras generaciones (Ville, 1996), citado por Gonzales (2014).

4.1.6. Estudiante E6: Modelos explicativos empleados.

El estudiante E6, emplea el modelo cotidiano (3 respuestas), Herencia Mezcladora (1 respuesta) y Mendeliano (2 respuestas).

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo cotidiano:

Respuesta al ítem 3: “*La información genética se encuentra en las células porque todas las informaciones de nuestro cuerpo están allá en las células*”. El dato suministrado por el estudiante “*La información genética se encuentra en las células*”, no es coherente, puesto que la célula es una estructura global que encierra múltiples funciones y procesos. La explicación se ubica en el modelo Cotidiano porque se basa en preconcepciones adquiridas del entorno social, que según Amaya y Pulido (2017), las pudieron recibir sea en medios de comunicación (artículos, documentales, etc.) o en su formación académica.

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo Mendeliano:

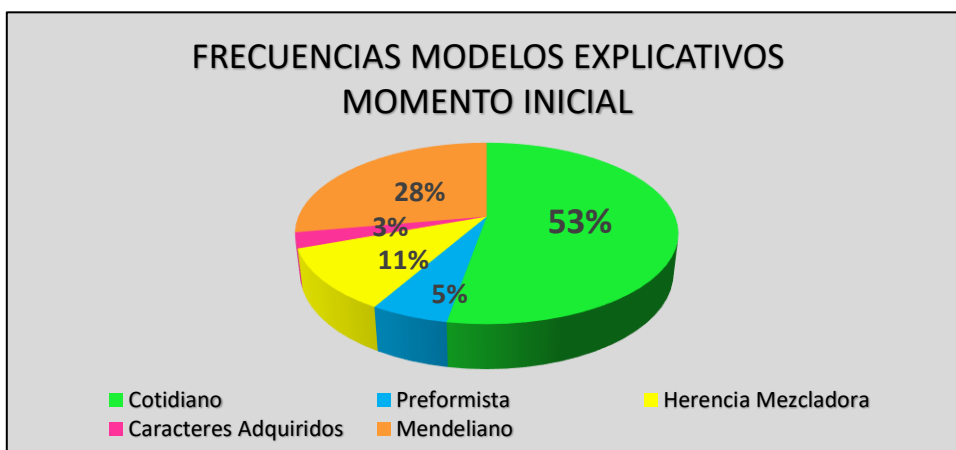
Respuesta al ítem 5: “Saldría con cola larga porque el ratón y la ratona eran de cola larga, sus genes salen como era antes y a ellos les cortaron la cola no los genes”. El estudiante expresa que las características heredables son las contenidas en los genes, como portadores de la información genética. La explicación del estudiante, se enmarca dentro del modelo Mendeliano, puesto que coincide con los resultados de los estudios de Mendel (1860), al concluir que las características o rasgos heredados en los organismos se encuentran en los genes (Curtis 2008).

Tabla 4. Frecuencias totales modelos explicativos empleados en el instrumento inicial

MODELO EXPLICATIVO	FRECUENCIA (Respuestas)	PORCENTAJE (%)
Cotidiano	19	53
Preformista	2	5
Herencia Mezcladora	4	11
Caracteres Adquiridos	1	3
Mendeliano	10	28
TOTAL	36	100

Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Frecuencias Totales modelos explicativos en el momento inicial



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la información suministrada por las tablas anteriores y la gráfica, se deduce que en el momento inicial, el modelo más frecuente empleado por los estudiantes para explicar el fenómeno de la transmisión de caracteres hereditarios es el Cotidiano con 19 respuestas de las 36 analizadas (53%); es decir que los estudiantes responden partiendo de conocimientos y apreciaciones adquiridos de experiencias y observaciones de su entorno, sin un respaldo científico, citado por Gonzales (2014).

En la mayoría de las respuestas arrojadas por los estudiantes, se expone que el parecido físico de los hijos con los padres se debe a que la sangre de uno de los progenitores es más fuerte que la otra, o porque aportó más cromosomas en el momento de la fecundación. Los estudiantes también emplean creencias religiosas a las que alude su parecido físico con los padres. Otros estudiantes manifiestan que la información genética se encuentra en la sangre, y que los hijos comparten la misma sangre que los padres, relacionándolo con el parentesco. Según Tamayo y Sanmartí (2002), las respuestas se derivan de concepciones transmitidas o inducidas, ya sea en su entorno o que han sido reforzadas en la escuela. De la misma manera Pozo (1989), coincide en afirmar que las anteriores concepciones arrojadas por los estudiantes, son inducidas por el entorno familiar o social; Así mismo, Amaya y Pulido (2017), en los resultados de su investigación

presentan afinidad, al enunciar que las explicaciones se debe a información previa que recibieron durante su formación académica.

El segundo modelo explicativo más frecuente es el Mendeliano con 10 respuestas de 36 analizadas (28%). Los estudiantes mencionan en sus respuestas conceptos relacionados con Genética Mendeliana, manifiestan que la información genética se encuentra en el núcleo de la célula específicamente en los genes, los cuales se transmiten a las siguientes generaciones. Estas respuestas pueden estar relacionadas con conocimientos previos adquiridos durante su proceso de aprendizaje, puesto que durante los periodos académicos anteriores se abordaron conceptos propios de la reproducción. Este resultado presenta gran afinidad con los de la investigación desarrollada por Amaya y Pinzón (2017), al expresar que algunos estudiantes si presentan concepciones similares a las expuestas por Gregorio Mendel, como, por ejemplo, hacen mención a los genes, dominancia y recesividad; esta situación posiblemente se deba a información previa que recibieron sea en medios de comunicación (artículos, documentales, etc.) o en su formación académica.

El modelo explicativo Herencia Mezcladora presentó una frecuencia de 4 respuestas con respecto de las 36 analizadas (11%). Los estudiantes mencionan que al unirse los dos tipos de sangre, se produce una mezcla de características. Según Lamarck (1809), la unión de los gametos provoca la mezcla de las gémulas de los dos progenitores (Curtis, 2000). A diferencia del estudio realizado por Gonzales (2014), este modelo presento el segundo lugar en los más usados por el estudiante con 32 respuestas, concluyendo que los estudiantes piensan que la sangre se mezcla y no identifican el proceso de fecundación ni de recombinación de genes, simplemente fundamentan que los colores de la piel u ojos de los padres se mezclan y por tal razón los hijos salen con determinado rasgo.

El modelo Preformismo presentó 2 respuestas de 36 (5%). Las respuestas enmarcadas en este modelo explicativo relacionan la transmisión de caracteres hereditarios dependiendo del género. En el caso de las estudiantes mujeres, manifiestan parecerse a sus madres porque solo adquirieron características hereditarias de ella. Lo mismo sucede con

los hombres, relacionan su parentesco únicamente a su padre. Este hallazgo presenta afinidad con los de la investigación de Gonzales (2014), al relacionar las concepciones de los estudiantes con el género “ya sea porque el hijo varón se va a parecer al papá y la hija mujer se va a parecer a la mamá”.

El modelo explicativo menos frecuente fue el de Caracteres Adquiridos con 1 respuesta de 36 (3%). El estudiante manifiesta que las características que adquieren los organismos durante su vida son transmitidas a sus generaciones. Estas afirmaciones corresponden a los planteamientos de Lamarck (1809) al argumentar que 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 (Ville, 1996). Este hallazgo, a diferencia del encontrado en la investigación de Gonzales (2014), el modelo menos frecuente fue el preformista.

4.2. NIVELES ARGUMENTATIVOS EN LOS QUE SE ENCUENTRAN LAS PRODUCCIONES TEXTUALES DE LOS ESTUDIANTES DURANTE LA FASE DIAGNOSTICA.

La información suministrada por el instrumento inicial, permitió, además, identificar los niveles argumentativos de las respuestas arrojadas por cada estudiante. Para ello se empleó la adaptación propuesta por Osborne, Erdurán y Simón (2004), en la cual se especifican 5 niveles argumentativos a tener en cuenta para el análisis.

4.2.1. Estudiante E1: Nivel de argumentación empleado

De las seis declaraciones analizadas por el estudiante E1, cuatro (4) se encuentran caracterizadas dentro del nivel 1 de argumentación puesto que, según los planteamientos de Osborne, Erdurán y Simón (2004), comprende los argumentos que son una descripción simple de la vivencia; y 2 declaraciones se ubican en el nivel 2 de argumentación porque comprende argumentos en los que se identifican con claridad los datos y una conclusión.

Ejemplos de respuesta caracterizada en nivel 1 de argumentación.

Respuesta al ítem 4: “*Creo que serían grises porque al combinarse saldría este color*”. Esta declaración del estudiante se encuentra en el nivel 1, puesto que responde bajo ideas alternativas que han sido inducidas en el medio familiar o social (Pozo, 1989). Además, aunque presenta una conclusión poco sólida, no existe un dato que fundamente dicha conclusión; es decir no existe un dato basado en teorías científicas que de respaldo a la conclusión.

Ejemplos de respuesta caracterizada en nivel 2 de argumentación.

Respuesta al ítem 3: “(C) *Se ubica en el núcleo celular porque (D) es allí donde se encuentra el ADN que contiene los genes en los que esta la información genética*”. Esta declaración, se ubica en el nivel dos de argumentación, porque el estudiante presenta un dato sólido “*es allí donde se encuentra el ADN que contiene los genes en los que esta la información genética*”, especificando a los genes como portadores de la información genética, lo cual permite llegar a la conclusión que “*Se ubica en el núcleo celular*”.

4.2.2. Estudiante E2: Nivel de argumentación empleado

Al analizar las respuestas del estudiante E2 en el instrumento inicial, se concluye que cinco (5) de las declaraciones se ubican en el nivel 1 de argumentación, solo una declaración corresponde al nivel 2.

Ejemplos de respuesta caracterizada en nivel 1 de argumentación.

Respuesta al ítem 1: “*Yo me parezco más a mi padre porque los dos tenemos la misma sangre*”. Esta respuesta arrojada por el estudiante, se considera una idea alternativa, puesto que relaciona la sangre como portadora de la información genética. A pesar de que presenta un dato “*los dos tenemos la misma sangre*”, este, no es considerado aceptable al

no tener un respaldo científico y no le dan sustento a la afirmación, por lo cual se ubica en el nivel 1 de argumentación.

Ejemplos de respuesta caracterizada en nivel 2 de argumentación.

Respuesta al ítem 4: “(C)¹ *Los ojos de los hijos saldrían de color café claro porque (D)² al combinar el color de los ojos del papá y de la mamá resultaría el color claro*”. En esta declaración, se observa un dato basado en el modelo de Lamarck (1809), herencia mezcladora; lo cual le permite concluir que de acuerdo a la fusión de los dos colores de ojos “*Los ojos de los hijos saldrían de color café claro*”. Como se cuenta con un dato y una conclusión, la respuesta se ubica en el nivel 2 de argumentación.

4.2.3. Estudiante E3: Nivel de argumentación empleado

Al analizar las seis (6) declaraciones del estudiante E3, se aprecia que las seis (6) respuestas arrojadas en el instrumento inicial se ubican dentro del nivel 1 de argumentación.

Ejemplos de respuesta caracterizada en nivel 1 de argumentación.

Respuesta al ítem 3: “*La información genética de los organismos vivos se ubica en las células porque por eso podemos vivir los organismos vivos*”. Esta respuesta del estudiante E3, se ubica en el nivel 1 de argumentación, porque responde bajo criterios propios, considerando las células como elemento portador de la información genética.

Respuesta al ítem 4: “*Los ojos de sus hijos serían café porque la madre es de color café y heredan el color de ojos de la madre*”. Esta declaración, presenta un dato más

-
- ¹ C: Conclusión. La tesis que se establece.
 - ² D: Dato: Hechos o informaciones factuales, que se invocan para justificar y validar la afirmación. (Toulmin, 1993).

aceptable en el campo de la genética al especificar que los hijos heredan características de los padres, sin embargo, se respalda en un modelo explicativo Preformista al expresar “*heredan el color de ojos de la madre*”, lo cual no da respaldo científico a la conclusión dada “*Los ojos de sus hijos serian café*”.

4.2.4. Estudiante E4: Nivel de argumentación empleado

De las seis (6) declaraciones suministradas por el estudiante E4, en el instrumento inicial, todas se encuentran en el nivel 1 de argumentación.

Ejemplos de respuesta caracterizada en nivel 1 de argumentación.

Respuesta al ítem 3: “*Para mí la genética de los organismos vivos se ubica en las células porque Dios así lo hizo*”. Esta declaración se basa en creencias religiosas, por lo cual se considera una idea alternativa de la herencia. Sin embargo, presenta una conclusión más acertada al relacionar las células como unidades portadoras de la información genética, pero el dato no respalda la afirmación lo cual se ubica en el nivel 1 de argumentación.

De la misma manera la respuesta al ítem 4: “*Si la mujer aporta más genes salen el color de ojos café oscuro y si el padre aporta más genes salen de color azul*”. Esta declaración, presenta un dato que no da respaldo a la afirmación al especificar que el color de ojos de los hijos depende de quien aporta más genes, lo cual es definido como un obstáculo conceptual, porque los dos progenitores aportan el mismo número de cromosomas. Lo anterior, demuestra que la respuesta se ubica en el nivel 1 de argumentación.

4.2.5. Estudiante E5: Nivel de argumentación empleado

Al analizar las respuestas del estudiante E5 en el instrumento inicial, se concluye que cinco (5) de las declaraciones se ubican en el nivel 1 de argumentación, solo una declaración corresponde al nivel 2.

Ejemplos de respuesta caracterizada en nivel 1 de argumentación.

Respuesta al ítem 3: “Se ubica en el cerebro, porque de allí viene la inteligencia y el control que uno hace”. Esta declaración plantea un dato poco sólido al relacionar el cerebro como órgano que ejerce control sobre el organismo. Sin embargo, en el campo de la genética, son aportes sin respaldo científico, por lo que ubica la respuesta en el nivel 1 de argumentación.

Ejemplos de respuesta caracterizada en nivel 2 de argumentación.

Al ítem 4: “(C) Serían los ojos de color claro porque (D) el padre tiene ojos de color azul y la madre café oscuro. Como aportan la misma cantidad de cromosomas entonces los hijos salen de color café por la mamá y claro por parte del papá. Esta declaración presenta un dato arrojado por el docente, al especificar el color de ojos de cada progenitor “el padre tiene ojos de color azul y la madre café oscuro”, y el número de cromosomas “Como aportan la misma cantidad de cromosomas”, lo cual le permite al estudiante dar una conclusión “Serían los ojos de color claro”; sin embargo, a la explicación “los hijos salen de color café por la mamá y claro por parte del papá”, le hace falta un fundamento científico para que respalde la conclusión. La respuesta al contener un dato y una conclusión, se categoriza en el nivel 2 de argumentación.

4.2.6. Estudiante E6: Nivel de argumentación empleado

En el instrumento inicial, las seis (6) declaraciones del estudiante E6, se enmarcan dentro del nivel 1 de argumentación.

Ejemplos de respuesta caracterizada en nivel 1 de argumentación.

Respuesta al ítem 6: “La relación es que si el papá tiene el pelo crespo el hijo sale también así, ósea que si el tigre es pintado los hijos heredan lo pintado y salen así”. La declaración, presenta datos sólidos en el campo de la genética al especificar que los hijos heredan características de los progenitores, sin embargo, la explicación “si el papá tiene el

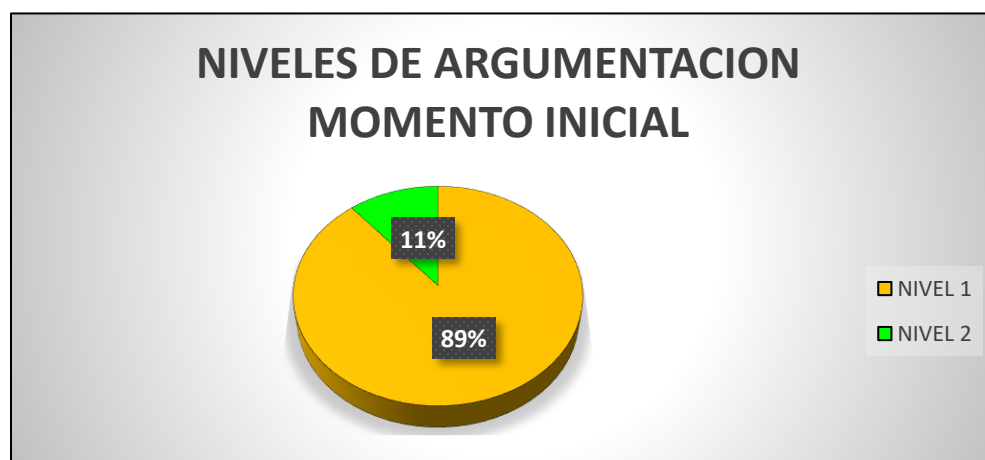
pelo crespo el hijo sale también así”, no da respaldo a la afirmación planteada, por lo que ubica la respuesta en el nivel 1 de argumentación.

Tabla 5. Frecuencia totales niveles argumentativos empleados en el instrumentos inicial

CATEGORIA	SUBCATEGORIA	FRECUENCIA (Respuestas)	%
NIVELES DE ARGUMENTACION	NIVEL 1	32	89
	NIVEL 2	4	11
	NIVEL 3	0	0
	NIVEL 4	0	0
	NIVEL 5	0	0
	TOTAL	36	100

Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Frecuencias Totales niveles argumentativos en el momento inicial



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la información suministrada en la tabla anterior, se deduce que la mayoría de las producciones textuales de los estudiantes como respuesta a cada uno de los

ítems propuestos en el instrumento de ideas previas, se enmarcan dentro del nivel argumentativo 1 con 32 respuestas de las 36 analizadas (89%). Si se revisa la caracterización es posible detectar que las declaraciones tienen una afirmación, pero al momento de respaldarla los datos o justificaciones usados no dan soporte científico, según Osborne y Erdurán (2004), se trata de argumentos que son una descripción simple de la vivencia, por lo tanto se ubican en el nivel 1 de argumentación.

Al analizar las respuestas, se evidenció que en su mayoría son argumentos cortos que presentan datos basados en el modelo explicativo cotidiano, lo cual significa que no tienen un respaldo científico que soporte las afirmaciones dadas por los estudiantes. Responden realizando descripciones de ideas en su mayoría inducidas por el entorno social, familiar o escolar (Pozo, 1989), lo que de acuerdo a la adaptación de Erdurán Et al. (2004), son declaraciones que se categorizan en el nivel 1 de argumentación. Este hallazgo coincide con las investigaciones de Amaya y Pulido (2017), al encontrar que la mayoría de las declaraciones de los estudiantes en el momento inicial corresponden al nivel argumentativo más bajo, lo cual a su vez se complementa con el modelo explicativo alternativo empleado por los estudiantes al momento de explicar el proceso de transmisión de caracteres hereditarios. Esta deficiencia en los modelos explicativos coincide con un bajo nivel argumentativo, esto se corrobora con los siguientes datos: el 53% de las declaraciones se ubicaron en los modelos explicativos Cotidiano, mientras que el 89% de las declaraciones se caracterizó como de nivel argumentativo 1; este hallazgo da cuenta que las 2 categorías de investigación se encuentran en los niveles más bajos.

El nivel argumentativo 2, fue el que presentó menor frecuencia con 4 respuestas de las 36 analizadas, es decir el 11%. En las producciones textuales se evidencia la presencia de una conclusión, tomando como soporte un dato. Según Erdurán Et al. (2004), los argumentos que contienen un dato y una conclusión, se categorizan en el nivel 2. Este hallazgo difiere del encontrado en las investigaciones de Tamayo (2012), puesto que los resultados evidencian que el nivel 2 de argumentación, ocupa el primer lugar con el 46,8% de las respuestas analizadas; seguido del nivel 3 con el 31,3%. De la misma manera,

Franco, Narváez y Ospina (2012), dentro de los hallazgos encontrados en el pre test, la mayoría de las declaraciones se encuentran en el nivel medio de argumentación, seguido del nivel alto, con un 45,16 % y 47,05% respectivamente. Los autores, manifiestan que los estudiantes emplean más elementos en sus argumentos, emiten conclusiones y justificaciones basadas en datos sólidos.

4.3. MODELOS CONCEPTUALES EMPLEADOS POR LOS ESTUDIANTES PARA EXPLICAR LA TRANSMISIÓN DE CARACTERES HEREDITARIOS EN EL INSTRUMENTO FINAL.

A continuación, se analizan las respuestas arrojadas por los estudiantes durante la fase tres de la investigación. Corresponde a la aplicación del instrumento pos test, a través del cual se logró analizar la evolución de los modelos explicativos y niveles argumentativos expuestos por los estudiantes sobre el concepto Genética Mendeliana.

4.3.1. Estudiante E1: Modelos explicativos empleados.

Al analizar las seis (6) declaraciones del instrumento final, el estudiante E1 emplea el modelo mendeliano en todas sus respuestas.

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo Mendeliano:

Respuesta al ítem 1: *“Me parezco más a mi mamá y se debe a los caracteres hereditarios dominantes que ella posee sobre todo en el tipo de cabello lacio y color de piel mestizo”*.

De la misma manera se evidencia el anterior argumento en la respuesta al ítem 4 del instrumento, *“Saldrían de color café oscuro porque puede ser que este sea el carácter dominante y el Azul el recesivo”*. En las respuestas se puede apreciar claramente que el estudiante se apropia de conceptos propios del modelo explicativo en mención, relaciona el

carácter dominante que presenta su madre en relación a los rasgos físicos que comparte con el hijo.

4.3.2. Estudiante E2: Modelos explicativos empleados.

Al analizar las 6 preguntas del instrumento final, se deduce que el estudiante E2, emplea el modelo explicativo Mendeliano en todas las respuestas.

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo Mendeliano:

Respuesta al ítem 5: *“Salen de cola larga porque los ratones tienen sus genes de cola larga y no hay cambios si se la cortan o no”*. En esta respuesta, el estudiante manifiesta que las características hereditarias se encuentran en los genes y los cambios que experimenta el individuo durante su desarrollo no afecta los caracteres contenidos en ellos.

4.3.3. Estudiante E3: Modelos explicativos empleados.

En el instrumento final el estudiante E3 emplea el modelo Mendeliano en cinco (5) de sus respuestas, y el modelo Cotidiano en 1 de sus declaraciones.

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo Mendeliano:

Respuesta al ítem 2: *“Si me parezco a mi abuela porque en características fenotípicas somos muy parecidas y eso es porque mi madre heredo características de mi abuela.”*.

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo Cotidiano:

Respuesta al ítem 2: *“La relación que tiene es que los hijos salen como los padres, es decir que si el padre es borrachín igual sale el hijo”*. El estudiante manifiesta que ciertas condiciones de vida como el consumir sustancias alcohólicas, se heredan a sus descendencias. Esta declaración no tiene un respaldo científico y se basa en suposiciones del diario vivir.

4.3.4. Estudiante E4: Modelos explicativos empleados.

En el instrumento final el estudiante E4 emplea el modelo Mendeliano en cinco (5) de sus respuestas, y el modelo Cotidiano en 1 de sus declaraciones.

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo Mendeliano:

Respuesta al ítem 5: *“Los hijos salen con cola larga porque la raza de los ratones es de cola larga y se la cortaron para el experimento”*. La declaración se soporta en datos obtenidos de la observación al afirmar que las características propias del tipo de raza se manifiestan en la descendencia. Sin embargo, la parte del texto *“se la cortaron para el experimento”*, significa que los rasgos adquiridos no son heredables a las futuras generaciones; sin embargo, la producción textual aportada por el estudiante no tiene respaldo científico, puesto que se basa en cuestiones adquiridas de su propia vivencia.

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo Mendeliano:

Respuesta al ítem 4: *“Si la mujer aporta más genes salen el color de ojos café oscuro y si el padre aporta más genes salen de color azul”*. El estudiante emplea conceptos propios de Genética, al aludir que ciertos rasgos fenotípicos como el color de ojos, provienen de los genes aportados en el momento de la unión de gametos, lo cual se traduce en el lenguaje Mendeliano como dominancia y recesividad de genes.

4.3.5. Estudiante E5: Modelos explicativos empleados.

En el instrumento final el estudiante E5, emplea el modelo Mendeliano en cinco (5) de sus respuestas, y el modelo Cotidiano en 1 de sus declaraciones.

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo cotidiano:

Respuesta al ítem 3: *Se ubica en el cerebro, porque de allí viene la inteligencia y el control que uno hace.* La declaración desarrollada por el estudiante, se basa en conocimientos adquiridos durante su formación académica, al enunciar que la información genética se ubica en el cerebro. La información es incompleta porque no se especifica si es en el cerebro de la célula, o el cerebro del cuerpo humano; solo se fundamenta en un dato teórico sobre el control que ejerce el cerebro en el desarrollo las actividades diarias de un organismo.

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo Herencia Mezcladora:

Respuesta al ítem 4: *“Serían los ojos de color claro porque el padre tiene ojos de color azul y la madre café oscuro. Como aportan la misma cantidad de cromosomas entonces los hijos salen de color café por la mamá y claro por parte del papá”.* Esta declaración, se fundamenta en el modelo Herencia mezcladora, puesto que el estudiante manifiesta que se presenta una fusión de cromosomas, cuyo resultado final contiene una característica propia de cada progenitor.

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo Caracteres Adquiridos:

Respuesta al ítem 5: *“Serían de cola corta porque en la sangre tienen los genes de cola larga pero cuando se juntaron tenían la cola corta entonces así nacen los hijos”.* El dato inicial *“en la sangre tienen los genes”*, se ilustra dentro del modelo Cotidiano al expresar que los genes portadores de la información genética se ubican en la sangre. Sin embargo, el dato *“cuando se juntaron tenían la cola corta entonces así nacen los hijos”*,

refleja un modelo explicativo Caracteres Adquiridos, manifestando que las características adquiridas durante la vida del organismo son transmitidas a las futuras generaciones.

4.3.6. Estudiante E6: Modelos explicativos empleados.

El estudiante E6, emplea el modelo Mendeliano en las seis declaraciones arrojadas en el instrumento final.

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo cotidiano:

Respuesta al ítem 3: *“La información genética se encuentra en las células porque todas las informaciones de nuestro cuerpo están allá en las células”*. El dato suministrado por el estudiante *“La información genética se encuentra en las células”*, no es coherente, puesto que la célula es una estructura global que encierra múltiples funciones y procesos. Se basa en conocimientos adquiridos durante el proceso formativo.

Ejemplo de respuesta caracterizada en el modelo Mendeliano:

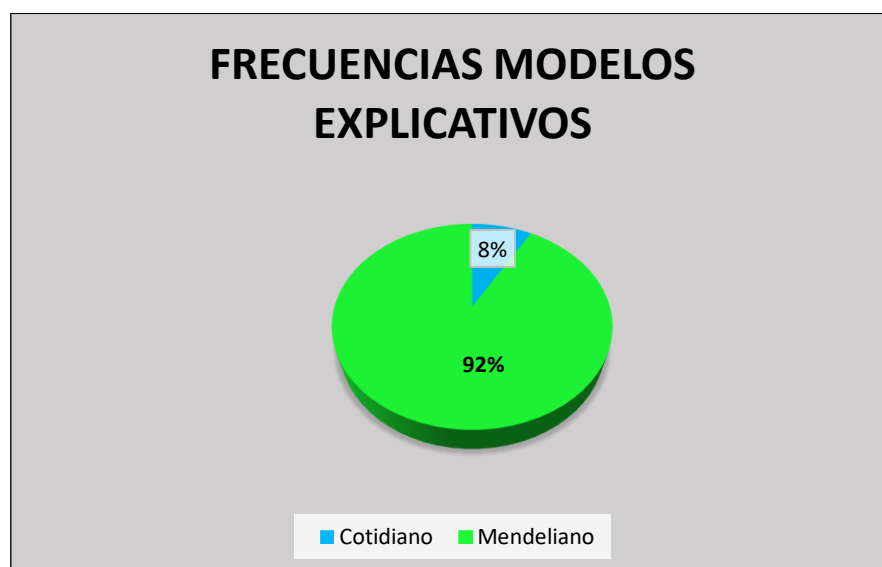
Respuesta al ítem 5: *“Saldría con cola larga porque el ratón y la ratona eran de cola larga, sus genes salen como era antes y a ellos les cortaron la cola no los genes”*. El estudiante expresa que las características heredables son las contenidas en los genes, como portadores de la información genética.

Tabla 6. Frecuencias totales de respuestas instrumento final

MODELO EXPLICATIVO	FRECUENCIA (Respuestas)	PORCENTAJE (%)
Cotidiano	3	8
Preformista	0	0
Herencia Mezcladora	0	0
Caracteres Adquiridos	0	0
Mendeliano	33	92
TOTAL	36	100

Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Frecuencias Totales modelos explicativos en el momento *final*



Fuente: Elaboración propia

Los datos recolectados en la fase final de la investigación, demuestran un notorio cambio en los modelos explicativos empleados por los estudiantes sobre el proceso de transmisión de caracteres hereditarios. Según, el consolidado, 33 de 36 respuestas analizadas emplea el modelo explicativo Mendeliano, correspondiente al 92%. Solo tres respuestas emplean el modelo Cotidiano, es decir el 8%.

De acuerdo con lo anterior, se evidencia movilización en el uso de modelos explicativos científicos, específicamente el Mendeliano. La mayoría de los estudiantes relacionan los resultados de las investigaciones desarrolladas por Gregor Mendel (1860), como respuesta al misterioso proceso de transmisión de características hereditarias. Este resultado presenta gran afinidad con la investigación desarrollada por Amaya y Pulido (2017), al concluir que, al aplicar la unidad didáctica, los estudiantes se apropiaron del conocimiento, permitiéndole así aproximarse al conocimiento científico.

Se resalta en la mayoría de las respuestas, el empleo de conceptos propios del modelo Mendeliano, como fenotipo, genotipo, dominancia, recesividad, primera generación filial, segunda generación, genes. Los estudiantes, indican que la transmisión de caracteres hereditarios se realiza de generación en generación, es por ello que presentan parecido físico con sus abuelos u otro familiar distinto a los padres. Las concepciones de los estudiantes, se relacionan con los resultados de las investigaciones de Mendel en 1860, quien planteando los principios por los cuales los rasgos se transmiten de padres (parentales) a hijos (descendientes o descendencia), hoy conocidas como leyes de Mendel.

Todos los estudiantes analizados (6 de 6), relacionan los genes como los portadores de la información genética de un organismo, especificando al núcleo de la célula como albergue del material hereditario. Estas respuestas, se asocian con uno de los principales resultados de los estudios de Mendel (1866), al demostrar que las características o rasgos heredados en los organismos se encuentran en unidades discretas que el mismo llamo element, prácticamente lo que hoy conocemos como genes (Cutis, 2000).

Además, relacionan la mayor frecuencia de un cierto carácter en la familia, con la dominancia y recesividad del mismo, Ejemplo, el color de ojos oscuros es más frecuente que el color claro, lo cual significa que el primero sería el carácter dominante y el segundo el recesivo. Lo anterior, se evidencia con los resultados de los experimentos de Mendel al observar que en muchos casos de un cruzamiento en la primera generación (primera generación filial o F1) todos los descendientes mostraban solo una de las dos características

del cruce, la otra no aparecía. A aquella característica que aparecía en la F1 Mendel la llamó Dominante.

El modelo cotidiano, se vio muy reducido con un 8% de frecuencia. Un estudiante de los seis analizados, relaciona la sangre como la portadora de la información genética. Aunque, manifiesta que en ella se encuentra el ADN como real portador de la información. Aun así, la respuesta no tiene un respaldo científico, y continua siendo una concepción inducida ya sea por el entorno familiar, social, o escolar según Pozo (1999).

4.4. NIVELES ARGUMENTATIVOS EN LOS QUE SE ENCUENTRAN LAS PRODUCCIONES TEXTUALES EN EL INSTRUMENTO FINAL.

Tomando como base la información suministrada en el instrumento final, las producciones textuales del estudiante E1, se ubican dentro del nivel 2 de argumentación (5 de 6 respuestas), solo 1 respuesta se enmarca en el nivel 1 de argumentación.

Ejemplos de respuesta caracterizada en nivel 2 de argumentación.

Respuesta al ítem 1:” (D) *Me parezco más a mi mamá* y (C) *se debe a los caracteres hereditarios dominantes que ella posee sobre todo en el (D) tipo de cabello lacio y color de piel mestizo*”. En la declaración, se evidencian datos y una conclusión más sólidos, respaldados con teorías del modelo Mendeliano, al referirse a la dominancia de caracteres hereditarios.

Al analizar las respuestas del estudiante E2 en el instrumento inicial, se concluye que cinco (5) de las declaraciones se ubican en el nivel 1 de argumentación, solo una declaración corresponde al nivel 2.

Ejemplos de respuesta caracterizada en nivel 2 de argumentación.

Respuesta al ítem 4: “*(D) Serian de color Azul porque (C) es el gen dominante y el de color café oscuro es el recesivo*”. Aunque es una declaración corta, incluye un dato y una conclusión, que respaldan la afirmación dada.

Al analizar las seis (6) declaraciones del estudiante E3, se aprecia que las cinco (5) respuestas arrojadas en el instrumento inicial se ubican dentro del nivel 1 de argumentación, se evidencia que hubo movilización en 1 respuesta dentro del nivel 2 de argumentación (1 de 6).

Ejemplos de respuesta caracterizada en nivel 2 de argumentación.

Respuesta al ítem 2: “*Si me (D) parezco a mi abuela porque en (C) características fenotípicas somos muy parecidas y eso es porque mi madre heredo características de mi abuela*”. El estudiante en la declaración, expone una afirmación sólida, que es respaldada por un dato y una conclusión coherente a lo que plantea.

El estudiante E4, las producciones textuales se ubican en el nivel 1 de argumentación (3 de 6), y 3 de 6 respuestas en el nivel 2 de argumentación. Se evidencia movilización en tres de las producciones textuales, puesto que en el instrumento inicial todas se encontraban en nivel 1.

Ejemplos de respuesta caracterizada en nivel 2 de argumentación.

Respuesta al ítem 4: “*(D) Los ojos de los hijos de la F1 saldrían de color azul (C) porque es dominante y en la (D) F2 saldrían un 75% ojos azules y un 25% color café como recesivo*”. El estudiante en la declaración emplea datos suministrados por las investigaciones de Gregor Mendel, al ser implícita al especificar los resultados de los cruces en las dos generaciones filiales F1 y F2, los cuales sirven de respaldo a los datos suministrados.

Al analizar las respuestas del estudiante E5 en el instrumento final, se concluye que tres (3) de las declaraciones se ubican en el nivel 1 de argumentación, y las tres (3) restantes corresponde al nivel 2.

Ejemplos de respuesta caracterizada en nivel 2 de argumentación.

Respuesta al ítem 5: “*(D) Serian de cola corta porque (C) los hijos heredan las características de los padres y en el momento de la fecundación el padre tenía la cola corta*”. Se evidencia una conclusión más sólida respaldada en el dato suministrado, basado en el modelo Mendeliano.

El estudiante E6, se evidencia movilización en dos respuestas en el nivel 2 de argumentación (2 de 6), las 4 respuestas restantes se enmarcan en el nivel 1.

Ejemplos de respuesta caracterizada en nivel 2 de argumentación.

Respuesta al ítem 4: “*(D) Son 100% de color Azul porque (C) este carácter es el dominante. Puede ser que (D) en la segunda generación aparezca el carácter recesivo ojos café oscuro*”. La declaración del estudiante es más extensa, comprende elementos que la ubican en el nivel 2 de argumentación, puesto que suministra dos datos claros que dan validez a la conclusión planteada.

Tabla 7. Frecuencias totales de respuestas instrumento final

NIVEL ARGUMENTATIVO	FRECUENCIA (Respuestas)	PORCENTAJE (%)
NIVEL 1	21	58
NIVEL 2	15	42
NIVEL 3	0	0
NIVEL 4	0	0
NIVEL 5	0	0
TOTAL	36	100

Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Frecuencias Totales niveles argumentativos en el momento final



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la información suministrada en la tabla anterior, se deduce que la mayoría de las producciones textuales de los estudiantes como respuesta a cada uno de los ítems propuestos en el instrumento final, se enmarcan dentro del nivel argumentativo 1 con 21 preguntas de las 36 analizadas (58%). Se caracterizaron en este nivel porque los argumentos se basan en una descripción simple según los planteamientos de Osborne,

Erdurán y Simón (2004). En la mayoría de los casos responden con conocimientos adquiridos anteriormente como es el caso del ADN portador de la información genética, es un tema abordado en temáticas anteriores, por lo cual, los estudiantes ya poseen preconcepciones sobre el lugar donde se encuentran los genes. Sin embargo, no plantean un dato claro coherente, por lo cual sus respuestas se ubican en el nivel 1 de argumentación. Ejemplo de ello, se encuentra la respuesta del estudiante 4, frente al ítem 3 del instrumento; Su respuesta se relaciona con conocimientos previos adquiridos durante su desarrollo educativo, pero al relacionar la sangre como almacén de la información, genera incoherencia en el dato suministrado.

La información genética se ubica en la sangre en la cual está el ADN que contiene la información genética.

El nivel argumentativo 2, continúa siendo el de menor frecuencia con 15 respuestas de las 36 analizadas, es decir el 15%. A pesar de que se evidencia un mínimo aumento, pasando de un 11% a un 15%, las producciones textuales presentan una conclusión sencilla, tomando como soporte un dato. Como ejemplo, se toma la respuesta del estudiante 1, ítem 5 del cuestionario.

(D) Saldrían con cola larga porque (C) los ratones tienen en sus genes este carácter, el cual no cambia, aunque se la corten.

En el ejemplo, se resalta la conclusión cuando el estudiante manifiesta que la información genética se ubica en los genes, el cual no cambia así el organismo manifieste alteraciones en su fenotipo, por lo cual la especie, en este caso el ratón, nace con cola larga que es el carácter contenido en los genes de los progenitores. Sin embargo, se evidencia que no hay soporte teórico basado en los resultados de Gregor Mendel, que de mayor validez al argumento planteado.

Estos hallazgos difieren de las investigaciones de Tamayo (2012), al encontrar que la mayoría de las declaraciones de los estudiantes en el momento final se encuentran en el nivel 3 de argumentación; de la misma forma, la investigación de Franco, Narváez y Ospina (2012), concluyeron que en el post test los argumentos se ubican en su mayoría en el nivel alto. Amaya y Pulido (2017), describen que, en la fase final, los estudiantes emplean respaldos y contrargumentos validos que categorizan sus argumentos en el nivel 4, que para el caso de la investigación emergió significativamente, aunque el nivel 3 persistió en el más empleado por la mayoría de los estudiantes.

4.5. MOVILIZACIÓN DE LOS MODELOS EXPLICATIVOS Y NIVELES ARGUMENTATIVOS SOBRE GENÉTICA Y HERENCIA EXPUESTOS POR LOS ESTUDIANTES ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE UNIDAD DIDÁCTICA.

En este apartado, se realiza un paralelo entre los dos instrumentos inicial y final, con el fin de analizar la movilización de los modelos explicativos y niveles argumentativos en los estudiantes una vez aplicada la unidad didáctica sobre Genética y Herencia.

4.5.1. Discusiones sobre la movilización de los modelos explicativos sobre Genética

Inicialmente se realiza el análisis de las respuestas arrojadas por los dos instrumentos, con el fin de determinar si se presentó movilización en los modelos explicativos empleados por los estudiantes después de la aplicación de la intervención didáctica. En la siguiente tabla, se indica el número de respuestas por estudiante, caracterizadas en cada uno de los modelos explicativos sobre el concepto de Genética y Herencia.

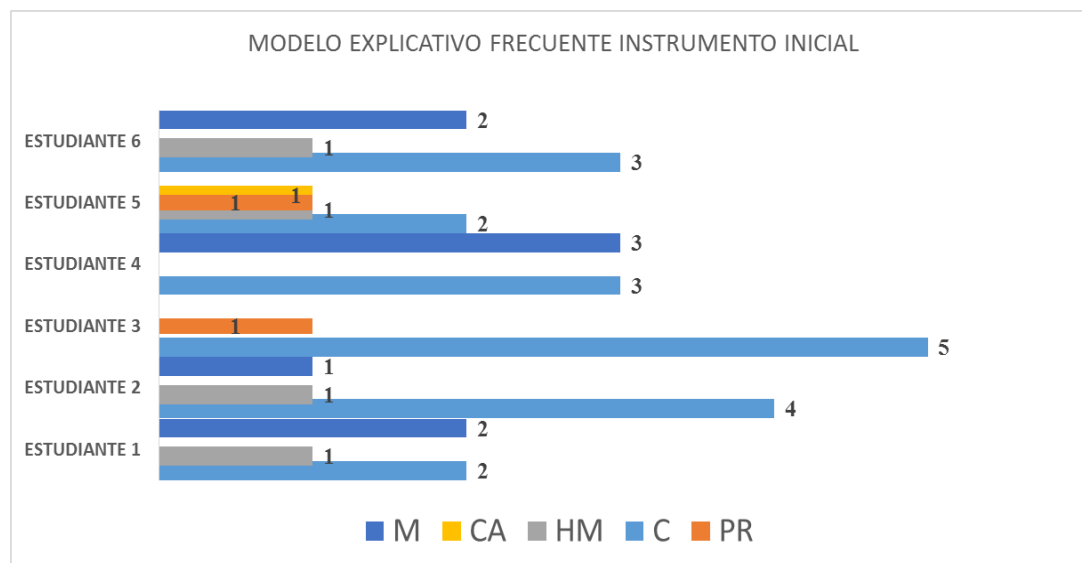
Tabla 8. Modelos explicativos empleados por los estudiantes en el instrumento inicial o final

ESTUDIANTE	MODELO EXPLICATIVO FRECUENTE									
	INSTRUMENTO INICIAL					INSTRUMENTO FINAL				
	C	PR	HM	CA	M	C	PR	HM	CA	M
ESTUDIANTE 1	2	0	1	0	2	0	0	0	0	6
ESTUDIANTE 2	4	0	1	0	1	0	0	0	0	6
ESTUDIANTE 3	5	1	0	0		1	0	0	0	5
ESTUDIANTE 4	3	0	0	0	3	1	0	0	0	5
ESTUDIANTE 5	2	1	1	1		1	0	0	0	5
ESTUDIANTE 6	3	0	1	0	2	0	0	0	0	6

Nota. C (Cotidiano), PR (Preformista), HM (Herencia mezcladora), CA (Caracteres adquiridos), M (Mendeliano).

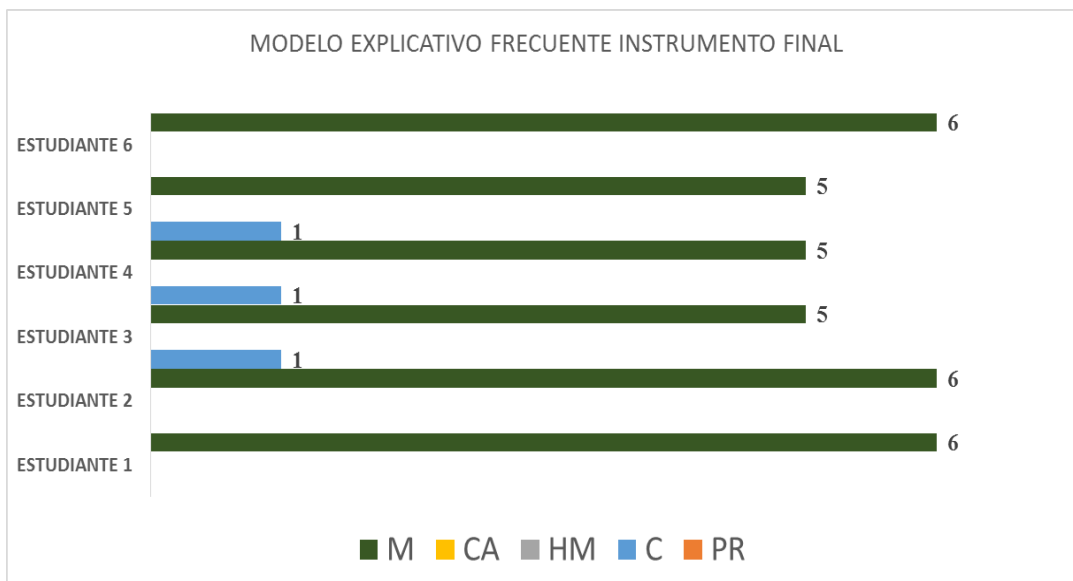
Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Modelos Explicativos Frecuentes instrumento inicial



Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Modelos Explicativos Frecuentes instrumento final



Fuente: Elaboración propia

La tabla y gráficas anteriores, indican un alto grado de movilización en los modelos explicativos, producto de la intervención didáctica desarrollada con los estudiantes. Como resultado, se observa un ascenso significativo del modelo Mendeliano en las intervenciones textuales, mientras que el modelo Cotidiano presentó una disminución pronunciada respecto al instrumento inicial; estos resultados, muestran que la intervención didáctica incide significativamente en la movilización de modelos explicativos científicos. Al visualizar la tabla 8, se deduce que el uso del modelo Cotidiano se encontró presente en 3 de las 36 intervenciones textuales analizadas, mientras que el modelo más frecuente que es el Mendeliano emergió de manera significativa en 33 de las 36 respuestas.

Además, el uso frecuente del modelo Mendeliano permitió que los estudiantes se apropiaran del concepto Genética Mendeliana, puesto que se evidencia claramente el uso de elementos propios del tema, tales como, dominancia, recesividad, genes, transmisión de caracteres hereditarios, generaciones filiales. Sus respuestas, se fundamentan en teorías científicas, como son los resultados de los estudios de Gregorio Mendel (1860), al ser considerado en la actualidad el aporte de mayor importancia en el campo de la Genética.

De esta manera, se evidencia la influencia del desarrollo de intervenciones didácticas fundamentadas en el aspecto argumentativo, sobre el aprendizaje de los conceptos basados en datos científicos. Amaya y Pulido (2017), en su investigación concluyen que el desarrollo de la competencia argumentativa permite a los estudiantes apropiarse del conocimiento, permitiéndole así aproximarse al conocimiento científico.

Es necesario continuar en formar niños, jóvenes y adolescentes con capacidad de regular su propio aprendizaje, de plantear sus propias ideas, fortaleciendo de esta manera el fundamento científico. Lo anterior fundamentado en las tesis de varios autores como Sarda & Sanmartí (2000), Driver, Et al. (2000), Ruiz, Et al. (2015) quienes sugieren que el conocimiento científico se puede construir a través de procesos que incluyan el lenguaje, reconociendo que la enseñanza de las ciencias debe tener espacios para aprender a argumentar.

4.5.2. Discusiones sobre la movilización de los niveles argumentativos

Posteriormente, se realiza el análisis de los niveles argumentativos en los que se encuentran las producciones textuales de los estudiantes tanto en el momento inicial y final, como se muestra en la siguiente tabla.

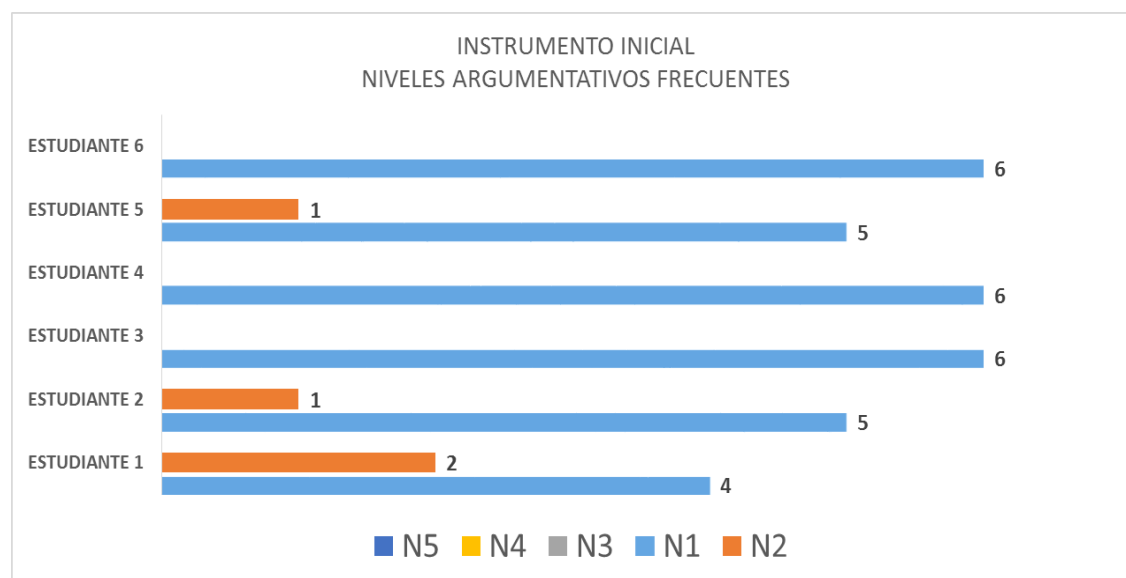
Tabla 9. Niveles argumentativos de las producciones textuales en el instrumento inicial y final

ESTUDIANTE	NIVEL ARGUMENTATIVO									
	INSTRUMENTO INICIAL					INSTRUMENTO FINAL				
	N1	N2	N3	N4	N5	N1	N2	N3	N4	N5
ESTUDIANTE 1	4	2	0	0	0	1	5	0	0	0
ESTUDIANTE 2	5	1	0	0	0	5	1	0	0	0
ESTUDIANTE 3	6	0	0	0	0	5	1	0	0	0
ESTUDIANTE 4	6	0	0	0	0	3	3	0	0	0
ESTUDIANTE 5	5	1	0	0	0	3	3	0	0	0
ESTUDIANTE 6	6	0	0	0	0	4	2	0	0	0

Nota. N1 (Nivel 1), N2 (nivel 2), N3 (Nivel 3), N4 (Nivel 4), N5 (Nivel 5).

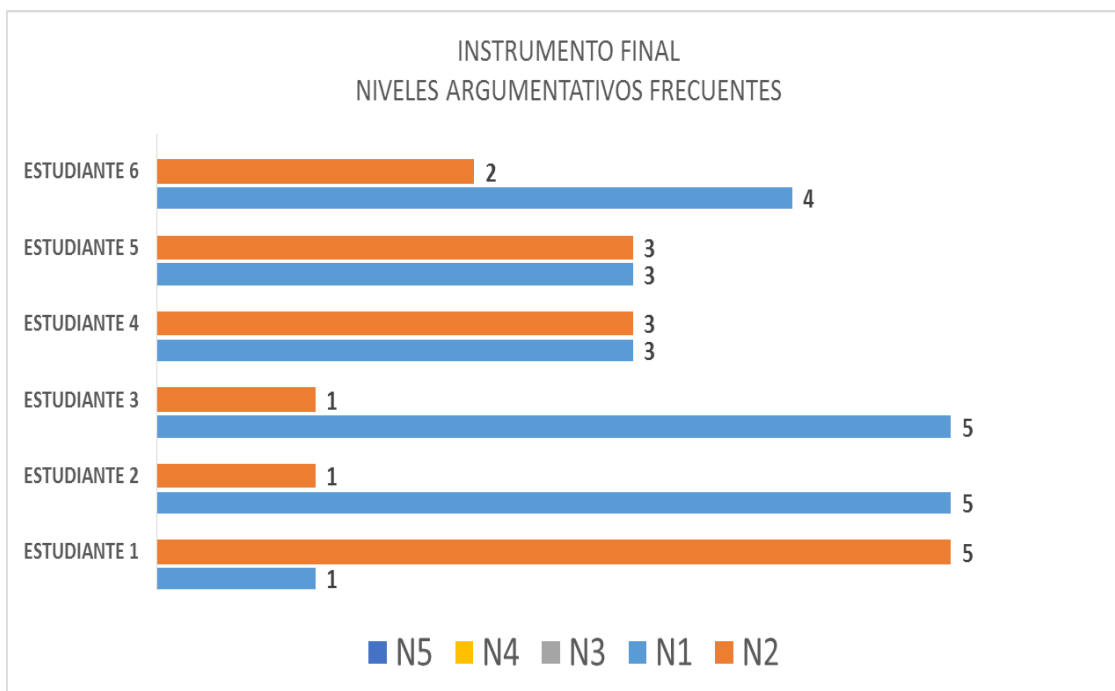
Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Niveles Argumentativos Frecuentes instrumento inicial



Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Niveles Argumentativos Frecuentes instrumento final



Fuente: Elaboración propia

En cuanto al nivel argumentativo, la anterior tabla muestra la importante reducción del nivel 1, el aumento del nivel 2 de argumentación; estos resultados indican que la mayoría de los estudiantes desarrollaron importantes avances en su habilidad argumentativa, puesto que las declaraciones textuales arrojadas en el instrumento final se constituyen de más elementos, como justificaciones y datos más relacionados con la temática, lo que contribuyen a mejorar la calidad de los textos y por consiguiente la capacidad argumentativa se encuentra en un nivel más avanzado.

Sin embargo, estos avances presentan deficiencias en la producción de textos argumentativos, puesto que solo el estudiante 1 presentó mayor coherencia y uso de los elementos como datos más concisos y conclusiones coherentes; los estudiantes 4 y 5 de las 6 intervenciones analizadas, 3 se encuentran en nivel 1 y 3 en nivel 2, al presentar al menos un dato y una justificación. Los estudiantes 2, 3 y 6, solo presentaron 1 y 2 intervenciones textuales en el nivel 2 de argumentación.

Lo anterior, demuestra la importancia de implementar en las clases de ciencias, estrategias que promuevan el desarrollo de la capacidad argumentativa; propiciar espacios que permitan expresar libremente las ideas, fortaleciendo la escritura de textos con el uso de elementos argumentativos tales como Datos, Conclusión, Justificación, respaldo, contraargumento, y así lograr mejorar la calidad de los argumentos.

Como respaldo, se presenta los antecedentes relacionados en la investigación de Amaya y Pulido (2007), quienes después de analizar los resultados concluyen que el desarrollo de la unidad didáctica diseñada y presentada en el presente proyecto evidencia una evolución por parte de los estudiantes en cuanto a la construcción de textos argumentativos, sin embargo, es notoria la deficiencia en la construcción de textos coherentes y válidos, teniendo en cuenta todos los componentes de un texto argumentativo. Este resultado se asemeja al de la presente investigación, puesto que al analizar el instrumento final se logra evidenciar que aunque existen avances en la producción de textos argumentativos, las deficiencias en cuanto a estructura argumentativa es notoria; algunos estudiantes usan un dato y una conclusión al dar respuesta a las diferentes preguntas sobre la transmisión de caracteres hereditarios.

De la misma manera, García y Ruiz (2016), afirma las unidades didácticas como estrategia de enseñanza y aprendizaje promueve cambios importantes en la estructura argumentativa de los estudiantes, puesto que los textos argumentativos contruidos, evidencian no sólo la presencia de más elementos estructurales de un argumento, sino también mayor relación entre estos. Se toma como referencia este resultado, al encontrar dentro de las producciones textuales de algunos estudiantes (E1, E4 y E5), la presencia de un dato más coherente y acorde con el concepto abordado, al igual que una justificación coherente al dato.

Tamayo (2012), en su investigación, evidencia cierto tránsito de modelos argumentativos menos elaborados y centrados en la identificación de datos y conclusión, a

modelos más elaborados en los que además se identifican datos, conclusión y se justifica las observaciones realizadas.

Castaño, Ruiz y Cadavid (2016), complementan los resultados, asumiendo que los bajos niveles argumentativos identificados en los estudiantes están relacionados con modelos conceptuales alejados o incompletos de los modelos científicos lo que consolida la idea que al iniciar la enseñanza de un concepto, es fundamental reconocer la estructura que de él tienen los estudiantes y diseñar las estrategias más asertivas en una unidad didáctica intervenirlo y aportar aspectos de orden conceptual que enriquezcan sus argumentos. Este resultado, se asemeja a los resultados del análisis del instrumento inicial, puesto que las mayorías de las intervenciones textuales emplean modelos explicativos cotidianos alejados de los modelos científicos, como consecuencia de ello, se presume el bajo nivel argumentativo de los mismos.

CONCLUSIONES

- Referente al primer objetivo específico de la investigación, relacionado con los modelos que emplean los estudiantes para explicar la transmisión de caracteres hereditarios, se deduce que en el instrumento inicial prevaleció el modelo cotidiano con un 53% de las respuestas analizadas, seguido del modelo Mendeliano con un 28%, Herencia Mezcladora 11%, preformista 5% y Caracteres Adquiridos 3%; Presenta mayor frecuencia el modelo Cotidiano porque los estudiantes responden bajo criterios de su propia vivencia, lo han escuchado de sus familiares, provienen de creencias religiosas, o lo relacionan con preconcepciones adquiridas anteriormente sin ningún respaldo científico; así lo afirman Tamayo y Sanmartí (2002), *se derivan de concepciones transmitidas o inducidas, ya sea en su entorno o que han sido reforzadas en la escuela*; El modelo Mendeliano presentó esa frecuencia porque al iniciar el calendario escolar se abordó la temática de reproducción celular en la que se especificaba los genes como elementos portadores de la información genética, estas teorías que se vieron reflejadas en las respuestas de algunos estudiantes. En el instrumento final, se evidencia un giro trascendental en el uso de los modelos explicativos sobre el concepto de Genética y Herencia; aumentó significativamente el modelo Mendeliano 92%, seguido del modelo Cotidiano 8%; lo anterior demuestra apropiación del concepto por parte de los estudiantes, relacionando cada pregunta del instrumento con los resultados de Gregor Mendel (1860), al emplear en sus producciones textuales términos propios del lenguaje Mendeliano como son Dominancia, recesividad, generaciones filiales, genes. Los modelos Herencia mezcladora, preformismo, y caracteres adquiridos no se usaron en las intervenciones escritas, lo que representa comprensión y análisis de los referentes epistemológicos que hicieron aportes en el campo de la genética, pero que sus resultados no fueron comprobados científicamente, siendo rechazados con los estudios de Gregor Mendel (1860), y posterior a él con los aportes pre mendelianos.
- En cuanto al nivel argumentativo en el que se encuentran las intervenciones

textuales de los estudiantes, en el instrumento inicial, presenta mayor frecuencia el nivel 1 con un 89%, y el nivel 2 con un 11%. A su vez, este resultado está asociado al modelo explicativo más empleado en las intervenciones que es el cotidiano, tal como lo plantean Castaño, Ruiz y Cadavid (2016), *asumiendo que los bajos niveles argumentativos identificados en los estudiantes están relacionados con modelos conceptuales alejados o incompletos de los modelos científicos*; La mayoría de las intervenciones textuales, comprende los argumentos que son una descripción simple de la vivencia, que según los planteamientos de Osborne, Erduran y Simón (2004), representan un nivel mínimo de argumentación. Al analizar el instrumento final, se evidencia que el nivel 1 presento una reducción pasando al 58, y el nivel 2 aumento al 42%. Sin embargo, el nivel 1 sigue prevaleciendo en las intervenciones de los estudiantes. Se emplean datos más coherentes y aparecen conclusiones fundamentadas en los resultados de Gregor Mendel (1860). El aumento del nivel 2 de argumentación, es producto de la intervención didáctica desarrollada con los estudiantes, los espacios de interacción, dialogo, reflexión, análisis, contribuyen en mejorar la forma de expresar las ideas con respaldos científicos, lo que a su vez fortalece las habilidades argumentativas en los estudiantes, facilita la comprensión de los conceptos y promueve el mejoramiento de la calidad de los textos argumentativos.

- Al realizar el comparativo entre los dos instrumentos aplicados, inicial y final, se evidencia movilización inversamente proporcional tanto en los modelos explicativos como en los niveles de argumentación; En cuanto a los modelos explicativos, los estudiantes transitan de modelo Cotidiano hacia un modelo Mendeliano; este último modelo, es considerado uno de los más aceptados en el campo científico, gracias a los estudios realizados por Gregor Mendel (1860). Respecto, a los niveles argumentativos, el grado de movilización es considerado puesto que pasa de un 11 a un 42% en el nivel 2 de argumentación. Se evidencia mejoramiento progresivo en la calidad de los textos argumentativos, al emplear al menos una conclusión fundamentada en un dato coherente y claro, relacionado con el concepto abordar y

partiendo de los fundamentos teórico-científicos que respaldan el argumento.

- Planear las clases mediante el uso de unidades didácticas que comprendan los componentes ideas previas, epistemológico, metacognitivo, argumentativo, evolución conceptual, TICs; facilitan la comprensión de los conceptos, puesto que se parte de los obstáculos propios de cada estudiante identificados en el diagnóstico de ideas previas, además permite que el estudiante se fundamente en teorías científicas, y desarrolle habilidades de pensamiento crítico.
- Desarrollar actividades en el aula de clase como los debates, la visualización de videos y el trabajo en equipo, potencian de una manera significativa el mejoramiento en la calidad de los textos argumentativos; además, permite que los estudiantes empleen conceptos más acercados al campo científico disminuyendo el uso de modelos cotidianos. Adicional a lo anterior, este tipo de actividades dinamizan las clases sobre todo en zonas rurales donde es tan limitado el acceso a recursos como el internet.

RECOMENDACIONES

- Aunque la movilización en las categorías de la investigación es progresiva, se requiere implementar con frecuencia en los planes de aula, actividades que motiven al estudiante a desarrollar habilidades argumentativas; propiciar espacios de dialogo, interacción docente-estudiante, estudiante-estudiante, análisis de información.
- Para que las producciones textuales de los estudiantes se movilen hacia niveles argumentativos como el 3, 4 y 5, es necesario articular el componente argumentativo en todas las áreas del currículo. Además, es de vital importancia, fundamentar a los estudiantes en los diferentes elementos que componen un texto argumentativo, los modelos teóricos sobre argumentación propuestos por varios referentes, y el uso apropiado de conectores.
- Una de las grandes dificultades que presenté en el desarrollo del proyecto investigativo, fue identificar los elementos que componen un texto argumentativo, tales como el dato, la conclusión, la justificación. Ante este obstáculo, sería fundamental que los docentes reciban formación en el campo de la argumentación. De lo contrario, no se lograría avanzar en mejorar el nivel argumentativo en los estudiantes, cuando el problema proviene del docente. Es así, que se corre en el riesgo de enseñar incorrectamente y de evadir ciertas actividades pedagógicas relacionadas con las habilidades del pensamiento crítico, fomentando la repetición y la memorización.
- El Ministerio de educación planteó formar estudiantes con capacidad crítica, cuya responsabilidad recae directamente en los docentes. Por tal razón, invito a las personas que ejercen la hermosa labor de la docencia, a fundamentarse en las nuevas estrategias de educación y así lograr abolir en las aulas de clase los modelos tradicionalistas que impiden la libre expresión de ideas y permiten la utilización de

modelos explicativos alejados de las teorías científicas.

- Planear las clases, partiendo de un diagnóstico inicial, en el que se identifiquen claramente los obstáculos que presenta cada estudiante; y a partir de ellos, organizar y desarrollar actividades que comprendan aspectos epistemológicos, metacognitivos, argumentativos, uso de las TICs. De esta manera, se logrará facilitar la comprensión de los conceptos, y lo más importante, intervenir en los obstáculos para reducir el uso de ideas alternativas en las producciones textuales generadas por los estudiantes.

REFERENCIAS

- Aguirre, Gonzales y Pérez (2013). Enseñar ciencias más allá del aula, una estrategia para potenciar la argumentación en las clases de ciencias naturales en el tema: la materia, sus estados y transformaciones. Universidad de Antioquia.
- Amaya y Pulido (2017). Desarrollo de la competencia argumentativa cuando se trabajan situaciones problemas contextuales en el campo de las leyes de Mendel. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Manizales.
- Briceño Buitrago, Efrén Armando. Cartilla de Genética Básica para Grado Octavo. Maestría en enseñanza de las ciencias naturales y exactas. Universidad Nacional de Colombia.
- Cardona, D. (2008). Modelos de argumentación en ciencias: una aplicación a la genética. Centro de Estudios Avanzados en Niñez y Juventud alianza de la Universidad de Manizales y el CINDE.
- Cardona Rivas, Dora (2008). Modelos de argumentación en Ciencias: una aplicación a la genética. Universidad de Manizales.
- Castaño, Ruiz y Cadavid (2016). Desarrollo de Procesos Argumentativos y su relación con el aprendizaje del concepto Ciclo del Agua. Revista Tecné, Epistémé y Didaxis.
- Franco, Narváez y Ospina (2012) Incidencia de una unidad didáctica acerca del tema “mezclas y sustancias” en el desarrollo de la capacidad argumentativa en estudiantes de grado 4º de Básica primaria de la Institución Educativa Eladia Mejía, del municipio de Dosquebradas. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira.
- García Castro y Ruiz Ortega (2016). El aprendizaje basado en problemas y el desarrollo de capacidades argumentativas. Revista Tecné, Epistémé y Didaxis.

- Gonzales García, Melissa (2014), Enseñanza-aprendizaje del concepto de herencia en estudiantes de básica secundaria rural. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia.
- Hunt Morgan, Thomas (2000). Una Historia de la Genética. California Institute of Technology.
- Jiménez Aleixandre, M. P. & Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. Enseñanza de las ciencias.
- Jiménez, M. (2014). Diseño e implementación de una unidad didáctica interactiva apoyada en tic, para la enseñanza-aprendizaje significativo del tema genética, de ciencias naturales en estudiantes del grado Octavo, Institución Educativa José María Vélaz, Medellín. Universidad Nacional de Colombia, Antioquia, Colombia.
- Pájaro, Trejos, Ruiz & Álvarez (2016). Procesos argumentativos y su relación con el aprendizaje del concepto tejido muscular. Revista Tecné, Epistémé y Didaxis.
- Pinochet, Jorge (2015). El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión argumentada. Facultad de Educación, Universidad Alberto Hurtado. Santiago Centro, Chile.
- Pinzón y sarmiento (2014). Un aporte para la enseñanza de la transmisión de rasgos hereditarios desde una perspectiva histórica que fortalece la argumentación. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá D.C.
- Revel, Couló, Erdurán, Furman, Iglesia, Adúriz (2005). Estudios sobre la enseñanza de la argumentación científica escolar. Enseñanza de las ciencias.

- Ruiz, Tamayo y Márquez (2013). La enseñanza de la argumentación en ciencias: un proceso que requiere cambios en las concepciones epistemológicas, conceptuales, didácticas y en la estructura argumentativa de los docentes. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos. Manizales: Universidad de Caldas.
- Ruiz, Tamayo y Márquez (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. Manizales, Colombia.
- Ruiz Ortega, Francisco Javier (2012). Caracterización y evolución de los modelos de enseñanza de la argumentación en clase de ciencias en educación primaria. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, España.
- Sampieri Hernández (2003). Metodología de la Investigación. McGraw-Hill Interamericana. México. D.F.
- Sanmartí, Vela y Sardá (2000). Argumentación en clases de Ciencias. Revista de investigaciones y experiencias didácticas. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Sardá, A. y Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. Enseñanza de las ciencias. Departamento de Didáctica de las matemáticas y de las ciencias experimentales.
- Tamayo álzate, Oscar Eugenio (2011). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. Universidad de Caldas y Universidad de Manizales.
- Tamayo y Sanmartí (2002). Estudio multidimensional de las representaciones mentales de los estudiantes. Aplicación al concepto de respiración. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela.

ANEXOS

Anexo 1. Instrumento inicial y final



INSTITUCION EDUCATIVA RURAL CAUCACIA
CUESTIONARIO APLICADO A ESTUDIANTES DE GRADO OCTAVO
PARA IDENTIFICAR MODELOS EXPLICATIVOS Y NIVELES
ARGUMENTATIVOS EN RELACION AL CONCEPTO GENETICA Y HERENCIA

Nombre: _____

El propósito del presente cuestionario es identificar los modelos explicativos que emplean los estudiantes sobre el proceso de transmisión de caracteres hereditarios. Adicionalmente, caracterizar el nivel argumentativo en el que se encuentran los estudiantes antes de abordar la intervención didáctica.

Lea detenidamente las siguientes preguntas, justifica tus respuestas.

A quien te pareces más a tu madre o a tu padre. ¿A qué crees que se debe el parecido? _____

¿Tienes algún parecido con tus abuelos? ¿Por qué crees que te pareces o por qué no te pareces? Justifica tu respuesta.

¿Dónde se ubica la información genética de los organismos vivos? Justifica tu respuesta.

Una pareja se constituye por un hombre de ojos color azul y una mujer de ojos color café oscuro. ¿De qué color crees que serían los ojos de sus hijos? Justifica.

José es un científico y se encuentra realizando un experimento con ratones. Para iniciar su experimento les cortó la cola al ratón macho y a la hembra y los cruzó, con el fin de observar como son las crías. ¿Cómo crees que son las crías que resultaron del cruce de estos dos ratones a los que José les corto la cola? Tomado de (Gonzales Melissa, 2014)

Has escuchado la frase “Hijo de tigre sale pintado”. ¿Qué relación tiene esta frase con genética?

Anexo 2. Unidad didáctica

INTRODUCCION La unidad didáctica se consolida como una propuesta que permitirá caracterizar los modelos explicativos y niveles argumentativos que presentan los estudiantes antes, y después de la aplicación.	
TITULO: Genética y Herencia	
NIVEL DE APLICACIÓN: Grado Octavo de secundaria	TIEMPOS REQUERIDOS: 16 horas
OBJETIVOS DE ENSEÑANZA: Que el estudiante reconozca la importancia de los estudios realizados por Gregorio Mendel y su aplicación para determinar la transmisión de caracteres hereditarios en los individuos. Fomentar en el estudiante una postura crítica frente al concepto de genética, de manera que identifique las causas de la variabilidad hereditaria entre organismos de una misma familia.	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE: Realiza lectura comprensiva e interpreta textos relacionados con el origen de la Genética. Explica a través de argumentos la forma como se transmite la información genética de una descendencia a otra, justificando las causas que generan la variabilidad de rasgos hereditarios.
	Instrumento de ideas previas. Se refiere a un cuestionario que consta de seis (6) preguntas abiertas relacionadas con situaciones cotidianas donde interviene el concepto de transmisión de caracteres hereditarios.

MOMENTO I Diagnostico e Identificación de Obstáculos	A quien te pareces más a tu madre o a tu padre. ¿A qué crees que se debe el parecido? ¿Tienes algún parecido con tus abuelos? ¿Por qué crees que te pareces o por qué no te pareces? Justifica tu respuesta. ¿Dónde se ubica la información genética de los organismos vivos? Justifica tu respuesta. Una pareja se constituye por un hombre de ojos color azul y una mujer de ojos color café oscuro. ¿De qué color crees que serían los ojos de sus hijos? Justifica. José es un científico y se encuentra realizando un experimento con ratones. Para iniciar su experimento les cortó la cola al ratón macho y a la hembra y los cruzó, con el fin de observar como son las crías. ¿Cómo crees que son las crías que resultaron del cruce de estos dos ratones a los que José les corto la cola? Tomado de (Gonzales Melissa, 2014) Has escuchado la frase “Hijo de tigre sale pintado”. ¿Qué relación tiene esta frase con genética?			
		ORGANIZACIÓN LOGICA DE LOS CONTENIDOS	TIPO DE ACTIVIDADES A REALIZAR	MARCO TEORICO DESDE EL CUAL SE DISEÑA LA UNIDAD DIDACTICA

MOMENTO II		Concepto a trabajar	Lectura de Texto:	ARGUMENTACIÓN.
PLANEACIÓN DE LA UD	Semana 1	Historia de la genética Objetivo de la clase: Reconocer las teorías que pretendieron explicar el origen de herencia. Número de horas semanales disponibles: 4 horas Tipo de evaluación: Participación en el debate.	Inicialmente se proporciona un texto de lectura donde se explican las diferentes teorías relacionadas con el origen de la genética. Actividad de análisis: A partir de la lectura se formula realizar en grupos, un cuadro comparativo sobre las teorías expuestas en el texto, argumentando sobre las ventajas y desventajas de cada una.	¿Cuál de las teorías descritas en el texto crees que postula con mayor veracidad el origen de la genética? Explica por qué. Imagina que te encuentras en un debate con varios científicos y has sido seleccionado para participar a favor de la teoría Mendeliana sobre el origen de la genética ¿Qué argumentos expondrías para defender esta teoría? En la actualidad se resalta a Gregorio Mendel como el padre de la genética.

		Argumentos propuestos por los estudiantes.	Debate: En base al cuadro comparativo, se plantea realizar un debate. Cada grupo debe defender una técnica a partir de diferentes datos que se les dan el texto, mientras que los otros grupos establecen contrargumentos . Para realizar la exposición se propone que cada grupo realice una presentación digital empleando el programa Microsoft Office Power Point.	¿Estás de acuerdo con esta afirmación? Justifica tu respuesta.
--	--	--	--	---

			Finalmente se plantean unas preguntas abiertas donde el estudiante de manera individual argumenta su punto de vista.	
	Semana 2	Concepto a trabajar Conceptos básicos de genética Mendeliana. Objetivo de la clase: Conocer los conceptos básicos de la genética Mendeliana. Número de horas semanales disponibles:	Actividad Didáctica: Juego Didáctico: Se dispone de una escalera, en la que cada escalón contiene una imagen relacionada con un concepto específico. De cada grupo se selecciona un integrante que va a participar en el juego. En cada escalón se	¿Por qué crees que la información genética de un organismo se encuentra en el núcleo de una célula y no en la mitocondrias por ejemplo? En criminalística cuando se requiere identificar un cuerpo se recurre a la prueba de ADN ¿Qué información arroja este tipo de análisis? ¿Es confiable ese

		4 horas Tipo de evaluación: Cuestionario: Estructura de las respuestas de los estudiantes de acuerdo al modelo argumentativo propuesto por Erdurán (2004).	debe responder una pregunta abierta, para poder avanzar en el juego. Las preguntas formuladas en el juego tienen enfoque argumentativo relacionado con los conceptos básicos de Genética.	resultado para dicho fin? Expone tus argumentos.
	Semana 3	Concepto a trabajar: Genotipo y fenotipo Objetivo de la clase: Determinar las características que identifican y difieren entre los dos conceptos: Genotipo y fenotipo.	Actividad Didáctica: Actividad grupal: En equipos de estudiantes, se formula completar una tabla con rasgos fenotipos característicos de cada miembro del	¿Por qué crees que algunos hijos no se parecen a sus padres? ¿De qué depende que se adquieran ciertos rasgos físicos de unos descendientes y otros no? ¿Crees que los factores ambientales influyen en que se hereden ciertos

		Número de horas semanales disponibles: 4 Horas Tipo de Evaluación: Desarrollo de las actividades didácticas planteadas.	equipo como: color de los ojos, color de cabello, forma del cabello, color de piel, estatura, forma de la nariz, enrolla la lengua en U. Análisis de imágenes: El estudiante deberá analizar y describir que tipo de rasgos genotípicos y fenotípicos observa en las imágenes propuestas.	rasgos fenotipos en un organismo?
		Concepto a trabajar Los estudios de Gregorio Mendel	Actividad Didáctica: Video: Se proyectara un video que explique la	Expone tres (3) argumentos que expliquen por qué Gregorio Mendel escogió los guisantes como especie de

	Semana 4	Objetivo de la clase: Analizar los estudios realizados por Gregorio Mendel en el campo de la genética. Número de horas semanales disponibles: 4 Horas Tipo de Evaluación: Análisis de las características de las preguntas tipo argumentativas.	biografía de Gregorio Mendel y los estudios que realizo en el campo de la genética. Análisis del video: De acuerdo al video, el estudiante debe responder unas preguntas abiertas relacionadas con los estudios de Gregor Mendel, los componentes que formaron parte del estudio y los resultados obtenidos. Las preguntas formuladas tienen enfoque argumentativo.	planta para realizar su investigación. Si Gregorio Mendel habría escogido otro tipo de planta ¿hubiera obtenido los mismos resultados? Explica.
--	----------	---	---	---

	Semana 5 y 6	Concepto a trabajar Leyes de Mendel Objetivo de la clase: Analizar los conceptos teóricos y procedimentales de las tres leyes de Mendel. Número de horas semanales disponibles: 4 Horas Tipo de Evaluación: Cuestionario o cuadro de reflexión donde el estudiante expone sus argumentos respecto a los interrogantes planteados.	Actividad Didáctica: Presentación digital: Las leyes de Mendel. Cruces Genéticos mediante el empleo de las leyes de Mendel. Después de haber visualizado la presentación digital, se organizaran grupos de trabajo para desarrollar ejercicios prácticos relacionados con los cruces	¿Por qué crees que existe gran variedad de características hereditarias? Explica. ¿Cuál es tu punto de vista frente a los resultados de la investigación de Mendel?
--	--------------	---	--	---

			genéticos empleando el cuadro de Punnett. A partir de los resultados arrojados, los estudiantes plantean textos argumentativos.	
--	--	--	--	--

Anexo 3. Tablas de frecuencia sobre los modelos explicativos empleados por los estudiantes en el momento inicial.

Tabla 1. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 1.

ITEM	PREGUNTA	ESTUDIANTE	RESPUESTA	MODELO EXPLICATIVO
1	A quien te pareces más a tu madre o a tu padre. ¿A qué crees que se debe el parecido?	E1	Me parezco más a mi mamá porque ella tiene la sangre más pesada.	Cotidiano
		E2	Yo me parezco más a mi padre porque los dos tenemos la misma sangre.	Cotidiano
		E3	Yo me parezco a mi madre. EL parecido se debe a que somos muy idénticas y Dios quiso que me pareciera mucho a mi madre.	Cotidiano
		E4	Me parezco más a mi padre y se debe a la información genética de la familia.	Mendeliano
		E5	Yo me parezco a mi mamá. Se debe a que mi mamá aportó más cromosomas y además tiene más parecido a mis abuelos y hermanos.	Cotidiano
		E6	Yo me parezco a mi papá y eso se debe que cuando el espermatozoide se une con el ovulo, mi cuerpo recibió más	Cotidiano

			genes de mi papá porque el hombre es más fuerte.	
FRECUENCIA MODELO EXPLICATIVO				
COTIDIANO	PREFORMISTA	HERENCIA MEZCLADA	CARACTERES ADQUIRIDOS	MENDELIANO
5				1

Tabla 2. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 2.

ITEM	PREGUNTA	ESTUDIANTE	RESPUESTA	MODELO EXPLICATIVO
2	¿Tienes algún parecido con tus abuelos? ¿Por qué crees que te pareces o por qué no te pareces? Justifica tu respuesta.	E1	Si porque mis padres tienen características de ellos y como hijos comparten la misma sangre y yo los herede.	Cotidiano
		E2	Si tengo algo de parecido a mis abuelos porque mi papá tiene la misma sangre de ellos y yo tengo algunas partes del cuerpo parecidas a mis abuelos.	Cotidiano
		E3	No tengo ningún parecido a mis abuelos porque solo me puedo parecer a una sola persona y es a mi madre.	Preformismo

		E4	Si me parezco porque mi abuelo creo a mi mamá y ella se parece a él y entonces yo salí algunas partes del cuerpo a mi mamá.	Cotidiano
		E5	Yo me parezco a mi abuela porque tiene parecido a mi mamá. Por eso nos parecemos.	Cotidiano
		E6	No me parezco a ningún abuelo porque solo tengo sangre de mi papá no de mis abuelos.	Cotidiano
FRECUENCIA MODELO EXPLICATIVO				
COTIDIANO	PREFORMISTA	HERENCIA MEZCLADORA	CARACTERES ADQUIRIDOS	MENDELIANO
4	2			

Tabla 3. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 3.

ÍTEM	PREGUNTA	ESTUDIANTE	RESPUESTA	MODELO EXPLICATIVO
3	¿Dónde se ubica la información genética de los	E1	Se ubica en el núcleo celular porque es allí donde se encuentra el ADN que contiene los genes en los que esta la información genética.	Mendeliano

	organismos vivos? Justifica tu respuesta.	E2	Está en la sangre porque de ella se puede identificar todos los organismos que tenemos en el cuerpo.	Cotidiano
		E3	La información genética de los organismos vivos se ubica en las células porque por eso podemos vivir los organismos vivos.	Cotidiano
		E4	Para mí la genética de los organismos vivos se ubica en las células porque Dios así lo hizo.	Cotidiano
		E5	Se ubica en el cerebro, porque de allí viene la inteligencia y el control que uno hace.	Cotidiano
		E6	La información genética se encuentra en las células porque todas las informaciones de nuestro cuerpo están allá en las células.	Cotidiano
FRECUENCIA MODELO EXPLICATIVO				
COTIDIANO	PREFORMISTA	HERENCIA MEZCLADA	CARACTERES ADQUIRIDOS	MENDELIANO
5				1

Tabla 4. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 4.

ITE M	PREGUNT A	ESTUDIAN TE	RESPUESTA	MODELO EXPLICATIV O
4	Una pareja se constituye por un hombre de ojos color azul y una mujer de ojos color café oscuro. ¿De qué color crees que serían los ojos de sus hijos?	E1	Creo que serían grises porque al combinarse saldría este color.	Herencia Mezcladora
		E2	Los ojos de los hijos saldrían de color café claro porque al combinar el color de los ojos del papá y de la mamá resultaría el color claro.	Herencia Mezcladora
		E3	Los ojos de sus hijos serian café porque la madre es de color café y heredan el color de ojos de la madre.	Cotidiano
		E4	Si la mujer aporta más genes salen el color de ojos café oscuro y si el padre aporta más genes salen de color azul.	Mendeliano
		E5	Serían los ojos de color claro porque el padre tiene ojos de color azul y la madre café oscuro. Como aportan la misma cantidad de cromosomas entonces los hijos salen de color café por la mamá y claro por parte del papá.	Herencia Mezcladora
		E6	Saldría de color café claro porque mi papá y mi mamá aportan igual genes ósea que se combina los colores de los dos.	Herencia Mezcladora

FRECUENCIA MODELO EXPLICATIVO				
COTIDIANO	PREFORMISTA	HERENCIA MEZCLADA	CARACTERES ADQUIRIDOS	MENDELIANO
1		4		1

Tabla 5. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 5.

ÍTEM	PREGUNTA	ESTUDIANTE	RESPUESTA	MODELO EXPLICATIVO
5	5. José es un científico y se encuentra realizando un experimento con ratones. Para iniciar su experimento les cortó la cola al ratón macho y a la hembra y los cruzó, con el fin de observar como son las crías. ¿Cómo crees que son las crías que resultaron del cruce de estos dos	E1	Las crías tendrían cola larga porque los ratones nacieron con esta característica y luego se la cortaron y eso no altero sus genes.	Mendeliano
		E2	Los hijos no heredarían la cola corta de sus padres porque si los padres hubieran nacido sin cola entonces los hijos lo heredarían.	Mendeliano
		E3	Las crías creo que serían con cola corta o larga	Cotidiano
		E4	Los hijos salen con cola larga porque la raza de los ratones es de cola larga y se la cortaron para el experimento.	Cotidiano
		E5	Serian de cola corta porque en la sangre tienen los genes de cola larga pero cuando se juntaron	Caracteres Adquiridos

	ratones a los que José les corto la cola? Tomado de (Gonzales Melissa, 2014)		tenían la cola corta entonces así nacen los hijos.	
		E6	Saldría con cola larga porque el ratón y la ratona eran de cola larga, sus genes salen como era antes y a ellos les cortaron la cola no los genes.	Mendeliano
FRECUENCIA MODELO EXPLICATIVO				
COTIDIANO	PREFORMISTA	HERENCIA MEZCLADO RA	CARACTERES ADQUIRIDOS	MENDELIANO
2			1	3

Tabla 6. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 6.

ITEM	PREGUNTA	ESTUDIANTE	RESPUESTA	MODELO EXPLICATIVO
6	Has escuchado la frase “Hijo de tigre sale pintado”. ¿Qué relación tiene esta frase con genética?	E1	Se refiere a que todos nos parecemos a nuestros padres y eso se debe a que compartimos información genética.	Mendeliano
		E2	Entre los dos hay un apareamiento para que así puedan tener sus hijos.	Cotidiano
		E3	La relación que tiene esta frase así como sale el papá sale igualito el hijo, por eso esa frase.	Cotidiano

		E4	Pues que el tigre es pintado y por la genética el hijo sale pintado.	Mendeliano
		E5	Porque el padre aporta genes por lo tanto el hijo sale con esos genes del papá.	Mendeliano
		E6	La relación es que si el papá tiene el pelo crespo el hijo sale también así, ósea que si el tigre es pintado los hijos heredan lo pintado y salen así.	Mendeliano
FRECUENCIA MODELO EXPLICATIVO				
COTIDIANO	PREFORMISTA	HERENCIA MEZCLADORA	CARACTERES ADQUIRIDOS	MENDELIANO
2				4

Anexo 4. Tablas de frecuencia sobre los niveles argumentativos en los que se encuentran las producciones textuales de los estudiantes en el momento inicial.

Tabla 7. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 1.

ITEM	PREGUNTA	ESTUDIANTE	RESPUESTA	NIVEL ARGUMENTATIVO
1	A quien te pareces más a tu madre o a tu padre. ¿A qué crees que se debe el parecido?	E1	Me parezco más a mi mamá porque adquiriré más características de ella que de mi padre.	1
		E2	Yo me parezco más a mi padre porque los dos tenemos la misma sangre.	1
		E3	Yo me parezco a mi madre. El parecido se debe a que somos muy idénticas y Dios quiso que me pareciera mucho a mi madre.	1
		E4	Me parezco más a mi padre y se debe a la información genética de la familia.	1
		E5	Yo me parezco a mi mamá. Se debe a que mi mamá aportó más cromosomas y además tiene más parecido a mis abuelos y hermanos.	1
		E6	Yo me parezco a mi papá y eso se debe que cuando el espermatozoide se une con el ovulo, mi cuerpo recibió más	1

			genes de mi papá porque el hombre es más fuerte.	
FRECUENCIA NIVEL ARGUMENTATIVO				
NIVEL	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5
1				
5				

Tabla 8. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 2.

ITEM	PREGUNTA	ESTUDIANT E	RESPUESTA	NIVEL ARGUMENTA TIVO
2	¿Tienes algún parecido con tus abuelos? ¿Por qué crees que te pareces o por qué no te pareces? Justifica tu respuesta.	E1	Si porque mis padres tienen características de ellos y como hijos comparten la misma sangre y yo los herede.	1
		E2	Si tengo algo de parecido a mis abuelos porque mi papá tiene la misma sangre de ellos y yo tengo algunas partes del cuerpo parecidas a mis abuelos.	1
		E3	No tengo ningún parecido a mis abuelos porque solo me puedo parecer a una sola persona y es a mi madre.	1

		E4	Si me parezco porque mi abuelo creo a mi mamá y ella se parece a él y entonces yo salí algunas partes del cuerpo a mi mamá.	1
		E5	Yo me parezco a mi abuela porque tiene parecido a mi mamá. Por eso nos parecemos.	1
		E6	No me parezco a ningún abuelo porque solo tengo sangre de mi papá no de mis abuelos.	1
FRECUENCIA NIVEL ARGUMENTATIVO				
NIVEL	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5
1				
6				

Tabla 9. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 3.

ITE M	PREGUNT A	ESTUDIANT E	RESPUESTA	NIVEL ARGUMENTA TIVO
3	¿Dónde se ubica la información genética de los organismos vivos?	E1	(D)Se ubica en el núcleo celular porque es allí donde se encuentra el ADN que (C) contiene los genes en los que esta la información genética.	2
		E2	Está en la sangre porque de ella se puede identificar todos los	1

	Justifica tu respuesta.		organismos que tenemos en el cuerpo.	
		E3	La información genética de los organismos vivos se ubica en las células porque por eso podemos vivir los organismos vivos.	1
		E4	Para mí la genética de los organismos vivos se ubica en las células porque Dios así lo hizo.	1
		E5	Se ubica en el cerebro, porque de allí viene la inteligencia y el control que uno hace.	1
		E6	La información genética se encuentra en las células porque todas las informaciones de nuestro cuerpo están allá en las células.	1
FRECUENCIA NIVEL ARGUMENTATIVO				
NIVE L 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5
5	1			

Tabla 10. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 4.

ITE M	PREGUNT A	ESTUDIAN TE	RESPUESTA	NIVEL ARGUMENTA TIVO
4	Una pareja se constituye por un hombre de ojos color azul y una mujer de ojos color café oscuro. ¿De qué color crees que serían los ojos de sus hijos?	E1	Creo que serían grises porque al combinarse saldría este color.	1
		E2	(D) Los ojos de los hijos saldrían de color café claro porque al combinar el color de los ojos del papá y de la mamá (C) resultaría el color claro.	2
		E3	Los ojos de sus hijos serian café porque la madre es de color café y heredan el color de ojos de la madre.	1
		E4	Si la mujer aporta más genes salen el color de ojos café oscuro y si el padre aporta más genes salen de color azul.	1
		E5	(C) Serían los ojos de color claro porque el padre tiene ojos de color azul y la madre café oscuro. Como aportan la misma cantidad de cromosomas entonces los hijos salen de color café por la mamá y claro por parte del papá.	2
		E6	Saldría de color café claro porque mi papá y mi mamá aportan igual	1

			genes ósea que se combina los colores de los dos.	
FRECUENCIA NIVEL ARGUMENTATIVO				
NIVE L 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5
4	2			

Tabla 11. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 5.

ITE M	PREGUNTA	ESTUDIAN TE	RESPUESTA	NIVEL ARGUMENT ATIVO
5	5. José es un científico y se encuentra realizando un experimento con ratones. Para iniciar su experimento les cortó la cola al ratón macho y a la hembra y los cruzó, con el fin de observar como son las crías. ¿Cómo crees que son las crías que resultaron del	E1	(D) Las crías tendrían cola larga porque los ratones nacieron con esta característica y luego se la cortaron (C) y eso no altero sus genes.	2
		E2	Los hijos no heredarían la cola corta de sus padres porque si los padres hubieran nacido sin cola entonces los hijos lo heredarían.	1
		E3	Las crías creo que serían con cola corta o larga	1
		E4	Los hijos salen con cola larga porque la raza de los ratones es de cola larga y se la cortaron para el experimento.	1
		E5	Serian de cola corta porque en la sangre tienen los genes de cola	1

	cruce de estos dos ratones a los que José les corto la cola? Tomado de (Gonzales Melissa, 2014)		larga pero cuando se juntaron tenían la cola corta entonces así nacen los hijos.	
		E6	Saldría con cola larga porque el ratón y la ratona eran de cola larga, sus genes salen como era antes y a ellos les cortaron la cola no los genes.	1
FRECUENCIA NIVEL ARGUMENTATIVO				
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5
5	1			

Tabla 12. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 6.

ITEM	PREGUNTA	ESTUDIANTE	RESPUESTA	NIVEL ARGUMENTATIVO
6	Has escuchado la frase “Hijo de tigre sale pintado”.	E1	Se refiere a que todos nos parecemos a nuestros padres y eso se debe a que compartimos información genética.	1
	¿Qué relación tiene esta frase con genética?	E2	Entre los dos hay un apareamiento para que así puedan tener sus hijos.	1
		E3	La relación que tiene esta frase así como sale el papá sale igualito el hijo, por eso esa frase.	1

		E4	Pues que el tigre es pintado y por la genética el hijo sale pintado.	1
		E5	Porque el padre aporta genes por lo tanto el hijo sale con esos genes del papá.	1
		E6	La relación es que si el papá tiene el pelo crespo el hijo sale también así, ósea que si el tigre es pintado los hijos heredan lo pintado y salen así.	1
FRECUENCIA NIVEL ARGUMENTATIVO				
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5
6				

Anexo 5. Tablas de frecuencia sobre los modelos explicativos empleados por los estudiantes en el momento final.

Tabla 13. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 1.

ITEM	PREGUNTA	ESTUDIANTE	RESPUESTA	MODELO EXPLICATIVO
1	A quien te pareces más a tu madre o a tu padre. ¿A qué crees que se debe el parecido?	E1	Me parezco más a mi mamá y se debe a los caracteres hereditarios dominantes que ella posee sobre todo en el tipo de cabello lacio y color de piel mestizo.	Mendeliano
		E2	A mi papa porque el gen dominante es de mi papá.	Mendeliano
		E3	Me parezco más a mi madre y esto se debe a los caracteres dominantes que ella tiene.	Mendeliano
		E4	Pues yo me parezco más a mi papá porque el gen dominante es de mi papá y creo que el aportó más genes que mi mamá.	Mendeliano
		E5	Me parezco a mi mamá en el color de piel y el cabello.	Cotidiano
		E6	Me parezco a mi mamá porque el gen dominante es de mi mamá.	Mendeliano
FRECUENCIA MODELO EXPLICATIVO				
COTIDIANO	PREFORMISTA	HERENCIA MEZCLADA	CARACTERES ADQUIRIDOS	MENDELIANO
1				5

Tabla 14. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 2.

ITEM	PREGUNTA	ESTUDIANTE	RESPUESTA	MODELO EXPLICATIVO
2	¿Tienes algún parecido con tus abuelos? ¿Por qué crees que te pareces o por qué no te pareces? Justifica tu respuesta.	E1	Si porque hay caracteres recesivos que se muestran en algunas generaciones y hay caracteres dominantes que se presentan en todas las generaciones.	Mendeliano
		E2	No, porque no hay un gen dominante de mis abuelos.	Mendeliano
		E3	Si me parezco a mi abuela porque en características fenotípicas somos muy parecidas y eso es porque mi madre heredo características de mi abuela.	Mendeliano
		E4	No porque no hay un gen dominante de mis abuelos que se transmita en la trascendencia.	Mendeliano
		E5	Me parezco a mi abuela y eso se debe a que mi mamá heredo las características dominantes de mi abuela.	Mendeliano
		E6	No, porque mis abuelos no tienen características	Mendeliano

			dominantes, solo las tiene mi mamá, por eso me parezco a ella.	
FRECUENCIA MODELO EXPLICATIVO				
COTIDIANO	PREFORMISTA	HERENCIA MEZCLADA	CARACTERES ADQUIRIDOS	MENDELIANO
				6

Tabla 15: Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 3.

ÍTEM	PREGUNTA	ESTUDIANTE	RESPUESTA	MODELO EXPLICATIVO
3	¿Dónde se ubica la información genética de los organismos vivos? Justifica tu respuesta.	E1	Se ubica en el ADN que contiene cromosomas los cuales contienen los genes en los que esta la información genética.	Mendeliano
		E2	La información genética se encuentra en el ADN, ubicado dentro del núcleo de las células.	Mendeliano
		E3	Se ubica en la célula porque es en su interior donde se encuentra la información.	Mendeliano
		E4	La información genética se ubica en la sangre en la cual está el ADN que contiene la información genética.	Cotidiano

		E5	Se ubica en el ADN, es por eso que analizan el ADN para saber si es o no es hijo del padre.	Mendeliano
		E6	La información genética se encuentra en el ADN, específicamente en los genes.	Mendeliano
FRECUENCIA MODELO EXPLICATIVO				
COTIDIANO	PREFORMISTA	HERENCIA MEZCLADO RA	CARACTERES ADQUIRIDOS	MENDELIANO
1				5

Tabla 16. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 4.

ITEM	PREGUNTA	ESTUDIANTE	RESPUESTA	MODELO EXPLICATIVO
4	Una pareja se constituye por un hombre de ojos color azul y una mujer de ojos color café oscuro. ¿De qué color crees	E1	Saldrían de color café oscuro porque puede ser que este sea el carácter dominante y el Azul el recesivo.	Mendeliano
		E2	Serian de color Azul porque es el gen dominante y el de color café oscuro es el recesivo.	Mendeliano
		E3	Azules porque el hombre de ojos azules tiene la sangre más fuerte.	Mendeliano
		E4	Los ojos de los hijos de la F1 saldrían de color azul porque es dominante y en la F2 saldrían un	Mendeliano

	que serían los ojos de sus hijos?		75% ojos azules y un 25% color café como recesivo.	
		E5	Serían los ojos de color oscuro porque es el carácter dominante. En la segunda generación puede aparecer el color azul que es recesivo.	Mendeliano
		E6	Son 100% de color Azul porque este carácter es el dominante. Puede ser que en la segunda generación aparezca el carácter recesivo ojos café oscuro.	Mendeliano
FRECUENCIA MODELO EXPLICATIVO				
COTIDIANO	PREFORMISTA	HERENCIA MEZCLADORA	CARACTERES ADQUIRIDOS	MENDELIANO
				6

Tabla 17. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 5.

ITEM	PREGUNTA	ESTUDIANTE	RESPUESTA	MODELO EXPLICATIVO
	5. José es un científico y se encuentra realizando un experimento con ratones. Para	E1	Saldrían con cola larga porque los ratones tienen en sus genes este carácter, el cual no cambia aunque se la corten.	Mendeliano
		E2	Salen de cola larga porque los ratones tienen sus genes de cola	Mendeliano

5	iniciar su experimento les cortó la cola al ratón macho y a la hembra y los cruzó, con el fin de observar como son las crías. ¿Cómo crees que son las crías que resultaron del cruce de estos dos ratones a los que José les corto la cola? Tomado de (Gonzales Melissa, 2014)		larga y no hay cambios si se la cortan o no.	
		E3	Creo que las crías saldrían con cola larga porque cruzando macho y hembra salen puras crías con cola larga.	Mendeliano
		E4	Las crías saldrían con cola larga porque la información genética que hay en su ADN es de cola larga. Además la cola se la mocharon para el experimento pero los genes siguen igual.	Mendeliano
		E5	Serian de cola corta porque los hijos heredan las características de los padres y en el momento de la fecundación el padre tenía la cola corta.	Mendeliano
		E6	Serian con cola larga porque ellos son genéticamente con cola larga pero se la cortaron, por lo tanto los hijos heredan la cola larga.	Mendeliano
FRECUENCIA MODELO EXPLICATIVO				
COTIDIANO	PREFORMISTA	HERENCIA MEZCLADO RA	CARACTERES ADQUIRIDOS	MENDELIANO
				6

Tabla 18. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 6.

ITEM	PREGUNTA	ESTUDIANTE	RESPUESTA	MODELO EXPLICATIVO
6	Has escuchado la frase “Hijo de tigre sale pintado”. ¿Qué relación tiene esta frase con genética?	E1	Que todos los hijos tenemos parecidos fenotípicos a nuestros padres porque heredamos genes de ellos.	Mendeliano
		E2	Porque el dominante de sus padres es pintado.	Mendeliano
		E3	La relación que tiene es que los hijos salen como los padres, es decir que si el padre es borrachín igual sale el hijo.	Cotidiano
		E4	Significa que hay hijos que heredan ciertas características de sus padres por la herencia de genes.	Mendeliano
		E5	Porque los hijos heredan las características dominantes de los padres, por eso se parecen a ellos.	Mendeliano
		E6	Los hijos se parecen a sus padres porque heredan características de ellos.	Mendeliano
FRECUENCIA MODELO EXPLICATIVO				
COTIDIANO	PREFORMISTA	HERENCIA MEZCLADORA	CARACTERES ADQUIRIDOS	MENDELIANO
1				5

Anexo 6. Tablas de frecuencia sobre los niveles argumentativos en los que se encuentran las producciones textuales de los estudiantes en el momento final.

Tabla 19. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 1.

ITEM	PREGUNTA	ESTUDIANTE	RESPUESTA	NIVEL ARGUMENTATIVO
1	A quien te pareces más a tu madre o a tu padre. ¿A qué crees que se debe el parecido?	E1	(D) Me parezco más a mi mamá y (C) se debe a los caracteres hereditarios dominantes que ella posee sobre todo en el (D) tipo de cabello lacio y color de piel mestizo.	2
		E2	A mi papa porque el gen dominante es de mi papá.	1
		E3	Me parezco más a mi madre y esto se debe a los caracteres dominantes que ella tiene.	1
		E4	Pues yo (D) me parezco más a mi papá porque (C) el gen dominante es de mi papá y creo que el aportó más genes que mi mamá.	2
		E5	Me parezco a mi mamá en el color de piel y el cabello.	1
		E6	Me parezco a mi mamá porque el gen dominante es de mi mamá.	1
FRECUENCIA NIVEL ARGUMENTATIVO				
NIVEL	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5
1				
4	2			

Tabla 20. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 2.

ITEM	PREGUNTA	ESTUDIANTE	RESPUESTA	NIVEL ARGUMENTATIVO
2	¿Tienes algún parecido con tus abuelos? ¿Por qué crees que te pareces o por qué no te pareces? Justifica tu respuesta.	E1	Si porque hay caracteres recesivos que se muestran en algunas generaciones y hay caracteres dominantes que se presentan en todas las generaciones.	1
		E2	No, porque no hay un gen dominante de mis abuelos.	1
		E3	Si me (D) parezco a mi abuela porque en (C) características fenotípicas somos muy parecidas y eso es porque mi madre heredo características de mi abuela.	2
		E4	No porque no hay un gen dominante de mis abuelos que se transmita en la trascendencia.	1
		E5	(D) Me parezco a mi abuela y eso se debe a que (C) mi mamá heredo las características dominantes de mi abuela.	2
		E6	No, porque mis abuelos no tienen características	1

			dominantes, solo las tiene mi mamá, por eso me parezco a ella.	
FRECUENCIA NIVEL ARGUMENTATIVO				
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5
4	2			

Tabla 21. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 3.

ÍTEM	PREGUNTA	ESTUDIANTE	RESPUESTA	NIVEL ARGUMENTATIVO
3	¿Dónde se ubica la información genética de los organismos vivos? Justifica tu respuesta.	E1	(D) Se ubica en el ADN que (C) contiene cromosomas los cuales contienen los genes en los que esta la información genética.	2
		E2	La información genética se encuentra en el ADN, ubicado dentro del núcleo de las células.	1
		E3	Se ubica en la célula porque es en su interior donde se encuentra la información.	1
		E4	La información genética se ubica en la sangre en la cual está el ADN que contiene la información genética.	1

		E5	Se ubica en el ADN, es por eso que analizan el ADN para saber si es o no es hijo del padre.	1
		E6	La información genética se encuentra en el ADN, específicamente en los genes.	1
FRECUENCIA NIVEL ARGUMENTATIVO				
NIVE L 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5
5	1			

Tabla 22. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 4.

ÍTEM	PREGUNTA	ESTUDIANTE	RESPUESTA	NIVEL ARGUMENTATIVO
4	Una pareja se constituye por un hombre de ojos color azul y una mujer de ojos color café oscuro. ¿De qué color crees	E1	(D) Saldrían de color café oscuro porque (C) puede ser que este sea el carácter dominante y el Azul el recesivo.	2
		E2	(D) Serían de color Azul porque (C) es el gen dominante y el de color café oscuro es el recesivo.	2
		E3	Azules porque el hombre de ojos azules tiene la sangre más fuerte.	1
		E4	(D) Los ojos de los hijos de la F1 saldrían de color azul (C) porque es dominante y en la (D) F2 saldrían	2

	que serían los ojos de sus hijos?		un 75% ojos azules y un 25% color café como recesivo.	
		E5	(D) Serían los ojos de color oscuro porque (C) es el carácter dominante. (D)En la segunda generación puede aparecer el color azul que es recesivo.	2
		E6	(D) Son 100% de color Azul porque (C) este carácter es el dominante. Puede ser que (D) en la segunda generación aparezca el carácter recesivo ojos café oscuro.	2
FRECUENCIA NIVEL ARGUMENTATIVO				
NIVEL L 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5
1	5			

Tabla 23. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 5.

ÍTEM	PREGUNTA	ESTUDIANTE	RESPUESTA	NIVEL ARGUMENTATIVO
	5. José es un científico y se encuentra realizando un experimento con ratones. Para iniciar su experimento les	E1	(D) Saldrían con cola larga porque (C) los ratones tienen en sus genes este carácter, el cual no cambia aunque se la corten.	2
		E2	(D) Salen de cola larga porque los ratones tienen sus genes de cola larga y no hay cambios si se la cortan o no.	1

5	cortó la cola al ratón macho y a la hembra y los cruzó, con el fin de observar como son las crías. ¿Cómo crees que son las crías que resultaron del cruce de estos dos ratones a los que José les corto la cola? Tomado de (Gonzales Melissa, 2014)	E3	(D) Creo que las crías saldrían con cola larga porque cruzando macho y hembra salen puras crías con cola larga.	1
		E4	(D) Las crías saldrían con cola larga (D) porque la información genética que hay en su ADN es de cola larga. Además la cola se la mocharon para el experimento pero los genes siguen igual.	2
		E5	(D) Serian de cola corta porque (C) los hijos heredan las características de los padres y en el momento de la fecundación el padre tenía la cola corta.	2
		E6	(D) Serian con cola larga porque ellos son genéticamente con cola larga pero se la cortaron, por lo tanto (C) los hijos heredan la cola larga.	2
FRECUENCIA NIVEL ARGUMENTATIVO				
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5
2	4			

Tabla 24. Ejemplos y frecuencia de las respuestas de los estudiantes ítem 6.

ITEM	PREGUNTA	ESTU DIANTE	RESPUESTA	NIVEL ARGUMEN TATIVO
6	Has escuchado la frase “Hijo de tigre sale pintado”. ¿Qué relación tiene esta frase con genética?	E1	Que (D) todos los hijos tenemos parecidos fenotípicos a nuestros padres porque (C) heredamos genes de ellos.	2
		E2	Porque el dominante de sus padres es pintado.	1
		E3	La relación que tiene es que los hijos salen como los padres, es decir que si el padre es borrachín igual sale el hijo.	1
		E4	Significa que hay hijos que heredan ciertas características de sus padres por la herencia de genes.	1
		E5	Porque los hijos heredan las características dominantes de los padres, por eso se parecen a ellos.	1
		E6	Los hijos se parecen a sus padres porque heredan características de ellos.	1
FRECUENCIA NIVEL ARGUMENTATIVO				
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5
5	1			