

UN APORTE PARA LA ENSEÑANZA DE LA TRANSMISIÓN DE RASGOS
HEREDITARIOS DESDE UNA PERSPECTIVA HISTÓRICA QUE FORTALECE LA
ARGUMENTACIÓN

GLADYS PINZON TORRES

ROSALBA SARMIENTO BERNAL

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

MAESTRIA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES

BOGOTÁ

2014

UN APORTE PARA LA ENSEÑANZA DE LA TRANSMISIÓN DE RASGOS
HEREDITARIOS DESDE UNA PERSPECTIVA HISTÓRICA QUE FORTALECE LA
ARGUMENTACIÓN

GLADYS PINZON TORRES
ROSALBA SARMIENTO BERNAL

ASESOR
JUAN CARLOS CASTILLO

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES

BOGOTÁ

2014


NOTA DE ACEPTACION

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

“PARA TODOS LOS EFECTOS, LAS AUTORAS DECLARAMOS QUE EL PRESENTE TRABAJO ES ORIGINAL Y DE NUESTRA TOTAL AUTORÍA; EN AQUELLOS CASOS EN LOS CUALES HEMOS REQUERIDO DEL TRABAJO DE OTROS AUTORES O INVESTIGADORES, HEMOS DADO LOS RESPECTIVOS CREDITOS”

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Encuentro de Profesores</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 17-02-2014	Página 3 de 144	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado en maestría de profundización
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	UN APOORTE PARA LA ENSEÑANZA DE LA TRANSMISIÓN DE RASGOS HEREDITARIOS DESDE UNA PERSPECTIVA HISTÓRICA QUE FORTALECE LA ARGUMENTACIÓN
Autor(es)	Gladys Pinzón Torres y Rosalba Sarmiento Bernal
Director	Juan Carlos Castillo
Publicación	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional. 2014. 144p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional.
Palabras Claves	Historia de la Genética, Rasgos hereditarios, Gregor Mendel, leyes de la herencia, Argumentación, Construcción social del conocimiento.

2. Descripción
<p>Esta investigación se presenta en cinco partes: En la primera, se dan a conocer los fundamentos que dan origen a la investigación y determinan la ruta a seguir. En la segunda, se presenta una revisión de las explicaciones dadas a través de la historia sobre la transmisión de rasgos hereditarios. En la tercera sección, se muestran los referentes metodológicos y pedagógicos de la propuesta de enseñanza, donde se explicitan las bases epistemológicas de la propuesta, se resalta la importancia de la perspectiva histórica, y de la argumentación en la enseñanza de las ciencias; y se describe en detalle la propuesta diseñada. En la cuarta, se muestra el análisis de los resultados y la interpretación de los textos escritos</p>

de los estudiantes desde el modelo estructural de Toulmin y en la sesión final, se dan a conocer las reflexiones finales y los referentes bibliográficos que sirvieron de soporte a la investigación.

3. Fuentes

AYALA M. Mercedes. 2006. jan./abr. *Los análisis histórico – críticos y la re contextualización de saberes científicos. Construyendo un nuevo espacio de posibilidades.* Pro-Posições, v. 17, n. 1(49)., pp.19 - 36

BARAHONA Ana. 2001. *Filosofía e Historia de la Biología.* México. Editorial Universidad Nacional Autónoma de México. Cap. 8.

CANDELA M. Antonia.1991. *Argumentación y conocimiento científico escolar.* México: Instituto Politécnico Nacional.

CANDELA M. Antonia. 1999. *Ciencia en el aula, los alumnos entre la argumentación y el consenso.* México. En infancia y aprendizaje.35, pp. 13 – 28.

CARDONA R. Dora. 2008. *Modelos de argumentación en ciencias: una aplicación a la genética.* Tesis. Editorial Centro de Estudios Avanzados en Niñez y Juventud. Colombia. Alianza de la universidad de Manizales y CINDE.

CHAMIZO J. 2007. *Las aportaciones de Toulmin a la enseñanza de las ciencias.* México. En: Enseñanza de las Ciencias, 25(1).

JIMÉNEZ A. María y DÍAZ DE B. Joaquín. 2003. *Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas.* Santiago de Compostela. Enseñanza de las ciencias. 21 (3). Pp. 359 – 370.

LO CASCIO Vincenzo, 1998. *Gramática de la argumentación: Estrategias y estructura.* Madrid. Alianza editorial.

RUÍZ H. Conrado. 2009. Octubre – Diciembre. *El Razonamiento matemático de Mendel.* México. Universidad Autónoma de México. En Ciencias 966. Pp 42 – 47

TOULMIN Stephen E. 2007. *Los usos de la argumentación.* Barcelona. Ediciones Península

4. Contenidos

Con el propósito de realizar una revisión histórica acerca de la transmisión de rasgos hereditarios, para elaborar una propuesta de enseñanza que permita fortalecer los procesos argumentativos en estudiantes de secundaria, se realizó una revisión crítica de las explicaciones dadas a través de la historia al fenómeno de la transmisión de rasgos hereditarios, desde la cual se estructuran tres perspectivas históricas: La perspectiva Pre- mendeliana, que recoge las concepciones de los naturalistas antes de Mendel: una concepción considera que las características ya estaban formadas dentro del individuo, y otra, que eran el resultado de la mezcla de óvulos y espermatozoides. La perspectiva Mendeliana, que a partir de los trabajos de Gregor Mendel, admite que las características hereditarias se transmiten de los progenitores a los descendientes, mediante factores que residen en las células sexuales, que pueden ser dominantes o recesivos. Y la perspectiva Post mendeliana que con las investigaciones de Watson y Crick, admite que la información genética que pasa de una generación a otra, está almacenada en una estructura material que reside en todas la células de cada ser vivo, la molécula de ADN.

La perspectiva Mendeliana fue el referente conceptual para el diseño y aplicación de una propuesta de enseñanza, que en el contexto del aula, permitiera a los estudiantes de grado décimo, elaborar explicaciones entorno a la transmisión de rasgos hereditarios. Como resultado de esa aplicación se analizaron los textos escritos elaborados por los estudiantes, para identificar en ellos, el componente conceptual desde las tres perspectivas establecidas, también se analizó la estructura argumentativa de los textos desde el modelo Toulmin, con el fin de reconocer los elementos estructurales de los argumentos y la validez de los mismos.

5. Metodología

Esta investigación, es de carácter etnográfico, empleó como técnicas de recolección de datos; el registro en vídeo de las intervenciones entre los estudiantes orientados por la docente y las guías desarrolladas en

clase. Se realizó en las siguientes fases:

En primer lugar, se elaboró el marco teórico para fundamentar conceptualmente y metodológicamente la propuesta de enseñanza y los instrumentos de recolección y análisis de la información, al realizar una revisión histórica de las explicaciones dadas al fenómeno de la transmisión de rasgos hereditarios; para el diseño de una propuesta que permitiera interpretar, categorizar e identificar las explicaciones que construyen los estudiantes durante las clases de biología.

En segundo lugar, se realizó la intervención en el aula con la propuesta de enseñanza y se recolectó la información. Posteriormente, se analizaron los textos elaborados por los estudiantes; al examinar el componente conceptual desde las perspectivas históricas establecidas, para identificar los términos que emplean y las explicaciones que dan al fenómeno de la transmisión de rasgos hereditarios, también se analizaron los escritos desde el modelo propuesto por Toulmin (2007) para identificar la estructura de los argumentos consolidados con los estudiantes. Y por último se elaboró el documento final de la investigación.

La población de estudio con la cual se realizó la investigación corresponde a estudiantes de grado décimo del colegio distrital Ofelia Uribe de Acosta, en la jornada de la tarde, ubicado en la localidad quinta – Usme de Bogotá; integrada por jóvenes y señoritas en edades comprendidas entre los 15 y 18 años aproximadamente, que pertenecen a estratos socioeconómicos 1 y 2, un total de 72 estudiantes de los cursos 1001 y 1002 del año lectivo 2013. Se eligió este grado de escolaridad porque la temática se ajusta al plan de estudios de la institución.

6. Conclusiones

El recorrido histórico en torno a la transmisión de rasgos hereditarios permitió evidenciar concepciones ontológicas y epistemológicas que se traducen en: diferentes visiones de la naturaleza, formas distintas de estudiar lo vivo y maneras particulares de explicar los fenómenos biológicos; también posibilitó identificar algunas preguntas que movilizaron las investigaciones de científicos y filósofos en el tiempo y finalmente destacar cómo los trabajos de Mendel, se convirtieron en un paradigma que dividió la historia de la biología y consolidó la genética como ciencia.

La propuesta de enseñanza, elaborada desde esta investigación, analiza el árbol genealógico familiar, de

algunos estudiantes y en la interacción de los grupos, los estudiantes expresan sus ideas, sus explicaciones y su posición frente las situaciones planteadas, de tal manera que, la propuesta permite integrar las vivencias del estudiante, generar procesos de negociación y mediación en la aula, y fortalecer las competencias comunicativas de los alumnos.

Desde esta investigación, se propone realizar ejercicios de consolidación de argumentos desde grados anteriores de escolaridad; para que al finalizar la secundaria los estudiantes sean capaces de elaborar argumentos completos. Pues este tipo de ejercicios requieren procesos de pensamiento de mayor nivel de complejidad y es a través de ellos como es posible identificar la construcción conceptual de los estudiantes.

Esta investigación es un aporte a la formación de licenciados en Biología y a docentes en ejercicio, pues brinda una revisión histórica de las explicaciones sobre la transmisión de rasgos hereditarios y aporta una propuesta de enseñanza del fenómeno, con estudiantes de grado décimo que permite fortalecer en ellos, habilidades y competencias fundamentales en la enseñanza de las ciencias naturales como son los procesos argumentativos.

Elaborado por:	Gladys Pinzón Torres y Rosalba Sarmiento Bernal		
Revisado por:	Juan Carlos Castillo		
Fecha de elaboración del Resumen:	17	02	2014

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios porque con él, las metas y propósitos en mi vida, se hacen realidad

Gracias:

- A mis padres, hermanos y sobrinos (as) por su apoyo constante e incondicional.
- A la Universidad Pedagógica Nacional, muy especialmente a los docentes del programa de formación en Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, que con sus orientaciones contribuyen a la cualificación de los maestros colombianos.
- Al profesor Juan Carlos Castillo por su constante, valiosa y oportuna orientación en la realización de este trabajo.
- A los estudiantes de grado décimo del colegio Ofelia Uribe de Acosta, de la jornada tarde 2013, y a la profesora Rosalba Sarmiento; protagonistas de esta investigación.
- A todas aquellas personas que me brindaron su apoyo en la consolidación de este trabajo.

A todos ellos, mis más sinceros agradecimientos

Gladys.

AGRADECIMIENTOS

La presente Tesis es un esfuerzo en el cual, han participado directa o indirectamente muchas personas que me han fortalecido en momentos de crisis y me han dado momentos de felicidad.

En primer lugar agradezco a Dios porque sin la fortaleza del ser Creador, difícilmente podemos lograr nuestros objetivos, pues es él quien nos da la vida y la oportunidad de tener un nuevo día cada mañana.

A mi familia porque siempre ha sido incondicional, a mi esposo por su gran colaboración y ayuda desinteresada, a mi hija por el tiempo que me ha cedido de sus juegos y sus venturas conmigo, a mi hermano Melquisedec, a mi cuñada Nubia, a Victor y Diego, por toda su colaboración y ayuda incondicional; a mis padres, por su cariño y afecto que siempre me han dado desde mis primeros años de vida y todos aquellos que me acompañaron en esta aventura que significó la maestría en docencia de las Ciencias y que de forma incondicional, entendieron mis ausencias y mis malos momentos.

Gracias también a mi compañera Gladys, porque siempre me ha apoyado, me ha ayudado y ha entendido mis aciertos y desaciertos, pues sin ella no se hubiera conseguido este logro.

Gracias a los estudiantes de grado decimo del colegio Ofelia Uribe por su excelente disposición y participación en la presente investigación.

Gracias a mi asesor de tesis, pues siempre mostro gran colaboración y disposición para trabajar en forma conjunta, pues sus aportes fueron fundamentales en la concreción de esta propuesta investigativa.

Gracias a la Universidad Pedagógica Nacional, por propiciar estos espacios de formación docente

Gracias a todos

Rosalba.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
OBJETIVOS	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
JUSTIFICACIÓN	7
ANTECEDENTES.....	9
REFERENTES TEORICOS	14
Perspectivas Históricas que dan cuenta de la Transmisión de Rasgos Hereditarios	14
<i>Perspectiva Pre- Mendeliana</i>	16
<i>Perspectiva Mendeliana</i>	20
<i>Perspectiva Post mendeliana</i>	39
Elementos Epistemológicos y Ontológicos Identificados en el Recorrido Histórico.....	53
REFERENTES METODOLOGICOS Y PEDAGOGICOS DE LA PROPUESTA DE ENSEÑANZA.....	56
Bases Epistemológicas de la Propuesta de Enseñanza	57
La Perspectiva Histórica en la Enseñanza de la Biología.....	60
La Argumentación en la Enseñanza de las Ciencias	64
La Propuesta de Enseñanza	69
ASPECTOS METODOLOGICOS	72
ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	74
<i>Análisis de los Textos Escritos de la Actividad Dos</i>	79
<i>Análisis de los textos escritos de la actividad cuatro</i>	85
ANEXOS.....	109
<i>Anexo 2: Actividad Uno. Árbol genealógico</i>	112

TABLA DE ANEXOS

Anexo 1: Cuadro nº 1. Cuadro comparativo	110
Anexo 2: Actividad Uno. Árbol Genealógico	112
Anexo 3: Protocolo de la actividad uno	114
Anexo 4: Actividad Dos	115
Anexo 5: Protocolo de la actividad dos	117
Anexo 6: Actividad Tres	118
Anexo 7: Protocolo de la actividad tres	120
Anexo 8: Actividad Cuatro	121
Anexo 9: Protocolo de la actividad cuatro	122
Anexo 10: Transcripción de los escritos de los estudiantes	123
Anexo 11: Aplicación de la actividad uno	125
Anexo 12: aplicación de la actividad dos	127
Anexo 13. Aplicación de la actividad tres	129
Anexo 14: Aplicación de la actividad cuatro	131

INTRODUCCIÓN

En la enseñanza de las ciencias naturales y específicamente en la enseñanza de la biología se ha venido planteando la necesidad de identificar las diferentes explicaciones dadas a los fenómenos naturales a través del tiempo por científicos y filósofos, que permitan visualizar a la ciencia como una actividad de la cultura en proceso continuo de construcción de conocimientos, y por el otro, de fortalecer los procesos argumentativos en la explicación de los fenómenos, para generar y justificar enunciados y acciones encaminados a la comprensión de la naturaleza; todo ello para diseñar propuestas de enseñanza intencionadas, que tengan en cuenta el contexto de los estudiantes y resulten significativas para ellos.

“Parece existir acuerdo entre diferentes autores sobre la importancia de fortalecer en los estudiantes la capacidad de argumentar y, para poder diseñar propuestas de enseñanza que incluyan este objetivo es importante analizar cómo lo hacen, cómo se construyen explicaciones en el aula, explorar los procesos a través de los cuales se van construyendo significados en las clases de ciencias” (Jiménez y Díaz, 2003, p. 362)

Teniendo en cuenta lo anterior, la investigación se realizó en tres fases; *La fase teórica*: en la que se realizó una revisión crítica de las explicaciones dadas a través de la historia al fenómeno de la transmisión de rasgos hereditarios, la cual permitió estructurar tres perspectivas epistemológicas. *La fase metodológica*: que consistió en el diseño y aplicación de una propuesta de enseñanza desde la perspectiva Mendeliana, que en el contexto del aula, permitiera elaborar explicaciones en torno la transmisión de rasgos hereditarios. *La fase de interpretación*: en la que se analizaron los textos escritos elaborados por los estudiantes, para identificar en ellos, el componente conceptual desde las tres perspectivas establecidas, también se analizó la estructura argumentativa de los textos desde el modelo propuesto por Toulmin (2007), con el fin de reconocer los elementos estructurales de los argumentos y la validez de los mismos.

Esta investigación se presenta en cinco partes: En la primera parte, se dan a conocer los fundamentos que dan origen a la investigación y determinan la ruta a seguir. En la segunda, se presenta la revisión histórica de las explicaciones sobre la transmisión de rasgos hereditarios, que fundamenta la propuesta de enseñanza. En la tercera sección, se muestran los referentes metodológicos y pedagógicos de la propuesta de enseñanza, donde se explicitan las bases epistemológicas de la propuesta y se resalta la perspectiva histórica, así como la importancia de la argumentación en la enseñanza de las ciencias; y se describe en detalle la propuesta diseñada. En la cuarta, se muestra el análisis de los resultados y la interpretación de los textos escritos de los estudiantes y en la sesión final, se dan a conocer las reflexiones finales y los referentes bibliográficos que sirvieron de soporte a la investigación.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Resulta interesante para el común de la gente observar e intentar explicarse ¿por qué algunos hijos no se parecen a sus padres?, ¿por qué unas características aparecen en una generación y en otras no?, ¿de qué dependen esas características?, ¿dónde se localiza esa información? estas preguntas y muchas más, han movilizado diversas investigaciones y sistematizaciones teóricas que explican la frecuencia con que se manifiestan los rasgos, así como la aparición de algunas enfermedades y de alteraciones genéticas dentro de individuos de una familia.

Si bien, en el aula de clase los estudiantes tienden a plantear inquietudes relacionadas con la aparición de malformaciones genéticas, como la presencia de cáncer y de otras enfermedades en amigos y parientes, es importante generar estrategias que problematicen lo evidente, en este caso, la semejanza de los hijos con sus padres y construir explicaciones en torno a la transmisión de rasgos hereditarios; explicaciones que servirán de fundamento para elaborar y complejizar sus conocimientos en genética. Para empezar, al abordar las inquietudes anteriormente planteadas, en secundaria es frecuente encontrar varias dificultades, las cuales pueden ser objeto de investigación, entre ellas tenemos:

En primer lugar la genética es uno de los temas más polémicos en lo que se refiere a la inclusión del currículo, especialmente a edades tempranas con niños menores de 14 años, ya que muchos autores atribuyen, que en estas edades, ellos no han desarrollado el pensamiento abstracto que requiere el aprendizaje de algunos conceptos propios de esta disciplina. Deadman y Kelly, (citados por Bugallo 1995, p.381) están a favor de la inclusión en el currículo de los temas de genética para niños menores de 16 años, argumentando, por un lado, “la importancia social y cultural del tema y además consideran la factibilidad de descubrir métodos educativos apropiados para presentarlo en este nivel educativo”.

En segundo lugar en la enseñanza de los temas de genética no se tiene en cuenta su origen, su proceso de desarrollo, ni se discriminan los lugares epistemológicos, teóricos y ontológicos desde los cuales es posible abordarlos en el aula. Así, al revisar los textos de biología para secundaria y textos especializados en genética que pueden ser utilizados a nivel universitario, encontramos que conceptos de la biología molecular son desarrollados de manera consecutiva con estructuras celulares y con las leyes de Mendel, sin aclarar que corresponden a representaciones ontológicas diferentes; algunas hacen relación a “lo que vemos” como los rasgos físicos, y otros a “lo que no vemos” por ejemplo los genes, y el ADN ; estas diferentes formas de explicar o de abordar el fenómeno requieren para su comprensión de estrategias de enseñanza particulares.

Sucede además, que las ideas acerca de la transmisión de rasgos, vienen influenciadas por las creencias populares o se basan en tradiciones, como por ejemplo, que la información hereditaria se reparte de manera diferente según sea el sexo de los hijos, o que a mayor semejanza física se heredan más genes de un progenitor que del otro. “El estudiante en la comprensión de estos temas presenta notables dificultades pues casi siempre lo relaciona con algo lejano a su entorno, no visible para él, también suele confundir algunos aspectos conceptuales a nivel molecular y encuentra problemas al encajar la biología molecular en la estructura conceptual de la genética mendeliana”. (Iñiguez, 2005, p.3)

Por otra parte, algunos docentes de secundaria, enseñan los temas en mención, 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. También es frecuente que al abordar conceptos fundamentales para la comprensión de la herencia, no hacen relación a la experiencia cercana de los estudiantes y cuando utilizan ejemplos de la vida cotidiana, no se aprovechan lo suficiente en el aula, es decir, que no se elaboran propuestas de enseñanza que permitan el análisis, la reflexión, la discusión y la construcción de argumentos por parte del estudiante

Pues los problemas ya mencionados, “traen como consecuencia que los alumnos no tengan la oportunidad, en algunos casos de construir argumentos y en otros de darlos a conocer, teniendo en cuenta además, que el aprendizaje es un proceso social, en el cual las actividades discursivas son esenciales”, (Henaó y Stipcich, 2008) cobra especial relevancia realizar ejercicios en el aula que fortalezcan la argumentación, entendida ésta como el proceso en el cual se da una razón a favor o en contra de una proposición. Este proceso se puede fortalecer desde las clases de ciencias; por ello, esta investigación se plantea como pregunta principal ¿Qué aportes hace la historia de la transmisión de rasgos hereditarios para la consolidación de una propuesta de enseñanza que permita fortalecer la argumentación en el aula?, a esta pregunta subyacen otros cuestionamientos: ¿cómo relacionan los estudiantes los rasgos visibles de su familia con los trabajos de Mendel? ¿Cuál es la estructura de los argumentos elaborados por los estudiantes?, y ¿En cuál perspectiva histórica podemos ubicar los argumentos que dan los estudiantes acerca del fenómeno?.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar una revisión histórica, acerca de las explicaciones sobre la transmisión de rasgos hereditarios, que permita identificar los elementos que aporta la historia de las ciencias a la consolidación de propuestas de enseñanza, que fortalezca los procesos argumentativos en estudiantes de secundaria.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Hacer una revisión histórica de las diferentes concepciones sobre el fenómeno de la transmisión de rasgos hereditarios, que permita establecer elementos para elaborar una propuesta de enseñanza en la educación media.

Diseñar una propuesta de enseñanza que propicie la discusión y la construcción de argumentos en el aula, alrededor de las explicaciones que se han dado acerca del fenómeno de la transmisión de rasgos hereditarios y su relación con los rasgos visibles en la familia.

Analizar desde el modelo argumentativo propuesto por Toulmin la estructura de los escritos elaborados por estudiantes de grado décimo.

Identificar en los argumentos elaborados por los estudiantes, la perspectiva desde la cual explican el fenómeno de la transmisión de rasgos hereditarios.

JUSTIFICACIÓN

“Las leyes que gobiernan la herencia forman parte esencial del bagaje cultural de una persona pues permiten dar cuenta, entre otros aspectos de por qué la misma particularidad en individuos diferentes de la misma especie, o en especies diferentes, unas veces se heredan y otras no” (Jackson, 1972). La genética, es la parte de la biología que se ocupa del estudio de los rasgos hereditarios, explica la manera como éstos se transmiten de una generación a otra. Los avances en sus investigaciones han permitido comprender y en muchos casos modificar las características de los organismos al alterar su material genético.

Si bien la genética es uno de los temas más discutibles en lo que se refiere a su enseñanza en secundaria, se considera al igual que Deadman y Kelly, (citados por Bugallo 1995) que es fundamental abordar estos temas en clase, porque permiten dar cuenta de preguntas que frecuentemente circulan en espacios sociales como la escuela. Hay que destacar que la transmisión de rasgos hereditarios en el aula se puede tratar desde diferentes perspectivas epistemológicas, por ejemplo a partir de las leyes de Mendel, desde las estructuras celulares o también desde la biología molecular; por tanto es indispensable conocer y analizar críticamente estos lugares conceptuales, y privilegiar aquellos que permitan enriquecer el fenómeno, flexibilizarlo y diseñar propuestas de enseñanza apropiadas al contexto escolar (Ayala, 2006).

También es fundamental abordar las temáticas desde experiencias concretas y familiares en los alumnos para lograr su comprensión (Bugallo, 1995). Así para explicar la transmisión de rasgos hereditarios, se escogió la perspectiva mendeliana porque permite al estudiante asociar los rasgos visibles de su familia con los rasgos visibles en los experimentos de Mendel.

Vale la pena decir, como afirman Edwards y Mercer (citados por Candela 1991) que la escuela es un espacio donde se da la construcción social del conocimiento a través del discurso, esta construcción es una tarea grupal en la que se negocian significados, se elaboran

comprensiones compartidas, se construyen, argumentan y contraponen significados alternativos, por ello es esencial que el docente implemente actividades que generen discusión en el aula, para conocer las explicaciones y los argumentos de los alumnos en torno al tema.

Hay que tener en cuenta, que en la enseñanza de las ciencias, el estudiante al explicar un evento o un fenómeno, elabora, sustenta y en algunas ocasiones logra complejizar sus argumentos, pero también puede reconocer las limitaciones de los mismos y enfrentar ideas opuestas que surgen en los procesos de interpretación y comprensión de la realidad (Cardona, 2008).

Por lo tanto, esta investigación aporta una propuesta de enseñanza sencilla que desde la perspectiva mendeliana facilita, el análisis, la discusión y la construcción de explicaciones a partir de las vivencias de los alumnos, analiza también el componente conceptual que desde la transmisión de rasgos hereditarios se evidencia en sus argumentos. De igual manera, examina la estructura de los mismos desde el modelo propuesto por Toulmin (2007) con el propósito de conocer cómo los estudiantes emplean los diferentes elementos de un argumento y en lo posible generar propuestas que fortalezcan el proceso argumentativo en las clases de ciencias naturales. Pues tradicionalmente los temas de la genética se desarrollan con preguntas con una única opción de respuesta, por el contrario en esta propuesta se permite a los estudiantes plantear sus puntos de vista y discutir alrededor de ellos, situación que no solo favorece la competencia argumentativa sino otras competencias como la comunicativa y el razonamiento.

ANTECEDENTES

Para esta investigación se revisaron algunos trabajos relacionados con la enseñanza de la genética e investigaciones sobre el discurso en el aula, y en particular sobre la argumentación.

Con relación a la enseñanza de la genética, las investigaciones a nivel internacional se ocupan principalmente en develar el concepto de genética, su origen y evolución y también en conocer “lo que el alumno sabe” acerca de temas como morfología y anatomía de los seres vivos y funciones vitales, (Martínez, 2011, p. 19). Particularmente, en Estados Unidos la enseñanza de la genética, se ha centrado específicamente en las leyes de Mendel, conceptos de dominancia, alelo y cromosoma.

Otra investigación en este campo, es el trabajo de Smith, (citado por Martínez, 2011) quien afirma que “la genética, constituye uno de los bloques de las ciencias más difíciles de comprender en la enseñanza secundaria, adquiriéndose nociones erróneas sobre donde reside y como se transmite la información hereditaria”. Esta misma investigación demuestra la dificultad de los estudiantes en el manejo de los términos gen y alelo, concluye que la solución a dichos problemas requiere de énfasis en los conceptos básicos del área, buscando estrategias para hacerlos comprensibles a los alumnos, pues se necesitan grandes niveles de abstracción, ya que hacen referencia a “objetos” que no se pueden ver.

Por su parte el trabajo elaborado por (Iñiguez, 2005), sobre la enseñanza de la genética en secundaria desde una propuesta didáctica, presenta una recopilación de problemas y conflictos que tienen los estudiantes para el aprendizaje de la genética, entre ellas tenemos: “los estudiantes tienen diversas percepciones sobre los mecanismos de la herencia biológica, la falta de comprensión del concepto de probabilidad y de una noción simplificada de la herencia

mendeliana, se convierten en obstáculos que no permiten a los alumnos desarrollar otras concepciones de genética más complejas”.

Hackling y Treasguts, (citados por Iñiguez, 2005) afirman que varios estudiantes creen que algunos organismos presentan cromosomas pero no genes, hay alumnos que consideran que la información hereditaria la poseen únicamente las células sexuales, y que cada célula, lleva la información hereditaria necesaria para la función que realiza, por ejemplo las células del hígado solo poseen información hereditaria para formar células propias de este órgano.

“La falta de comprensión de la meiosis como fuente de diversidad a través del proceso de formación de gametos, es otra dificultad estrechamente relacionada con el problema de comprensión, en los estudiantes, en la elaboración de un modelo de cromosoma correctamente formado. Los alumnos no conocen la propia naturaleza de los cromosomas, su relación con los genes y la molécula de ADN. Por otra parte, hay libros de texto que utilizan de manera ambigua los conceptos de gen y alelo, también el concepto de mutación suele ser descrito como una cosa extraña, recesiva y perjudicial sin mostrar que es una de las fuentes de la variabilidad de las especies”. (Iñiguez, 2005, p. 4).

“Algunos libros, presentan en unidades diferentes, la meiosis y la genética como si estos temas no tuvieran relación alguna. Pues al tratar estos temas de manera consecutiva, permite relacionar el proceso de división celular con la segregación de los alelos y su aplicación en problemas de genética”. (Iñiguez, 2005, p. 4)

Otro de los conflictos en la enseñanza de los temas de la genética, es la escasa realización de trabajos prácticos. Las prácticas de laboratorio inviables de desarrollar en colegios promedio de secundaria que no cuentan con los recursos necesarios; como la experimentación con *Drosophila* o mosca de la fruta.

En cuanto a la enseñanza de la genética en Colombia, algunos trabajos indican que los estudiantes presentan dificultad para relacionar el material genético con las características de los organismos, es decir, no establecen relaciones entre genotipo y fenotipo. “La complejidad de los contenidos en biología molecular y de genética, contribuyen a que los estudiantes aprendan de memoria los conceptos básicos o de forma superficial, presentando un escaso nivel de diferenciación conceptual” (Vera 2001, p. 17).

Por otra parte, en las investigaciones sobre el discurso en el aula se destaca el trabajo de Cazden (1991), en escuelas de Estados Unidos y de Inglaterra, con estudiantes de primaria. Esta investigadora afirma que “el estudio del lenguaje en clase, contribuye a resolver problemas relacionados con la enseñanza como: la relación entre el uso de determinados patrones de lenguaje y el conocimiento y de éste con el aprendizaje, la influencia entre la igualdad o desigualdad de oportunidades educativas de los alumnos y la capacidad de comunicación que estimulan los patrones del lenguaje usados” (Cazden 1991, p. 14).

En ese mismo campo se destaca también, el trabajo realizado durante varios años por Candela con estudiantes de quinto de primaria de una escuela oficial rural de México, sobre la construcción del conocimiento en el aula (1990, 1991, 1993, 1995) donde resalta la participación activa y reflexiva de los niños en el proceso de negociación del conocimiento en el discurso del aula.

En el trabajo sobre la argumentación y el consenso, en las clases de ciencias, Candela (1999) analiza la estructura del discurso y sobre todo, sus mecanismos y las acciones mediante las cuales, maestros y alumnos validan sus versiones, argumentan y tratan de convencer a los demás y distinguen el conocimiento de la ciencia de otras formas de describir la realidad. Afirma que “el análisis del discurso en el aula es un medio privilegiado para estudiar los procesos educativos cuando se intenta comprender los mecanismos y procedimientos con los que los participantes construyen los significados”.

Otra investigación que vale la pena mencionar, es la realizada en Colombia por Cardona, (2008), sobre la caracterización de los modelos argumentativos que emplean alumnas universitarias en la solución de problemas de genética; en la que integra la enseñanza de temas de genética con el análisis del discurso y concretamente con la estructura de los argumentos que elaboran las estudiantes. En esta investigación analizan cada problema propuesto desde la técnicas de contenido y del discurso según Calsamiglia, 1997 y de Cuenca 1995, (citados por Cardona 2008), donde evidencian que las alumnas emplean a nivel conceptual, modelos explicativos previos al modelo molecular, usados por filósofos y científicos para dar cuenta de la transmisión de rasgos hereditarios como el preformista, el epigenista, la mezcla de caracteres y el modelo de Mendel, y en cuanto a la estructura argumentativa identifican dos componentes conclusión – justificación y datos –conclusión.

En su investigación, Cardona (2008) resalta la pertinencia de incorporar en la enseñanza de las ciencias, la historia y epistemología para reconocer la manera como han sido construidos 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.

Aunque a través de las investigaciones mencionadas se muestra un acercamiento a las concepciones de los estudiantes, se tiene poca evidencia de la forma como se desarrollan las clases, de lo discutido en ellas, que permita develar las explicaciones de los alumnos, sus argumentos y la forma como le dan sentido a la transmisión de rasgos de generación en generación

De otro lado hay que destacar, que “las investigaciones de las tres últimas décadas, en el campo de la enseñanza de las ciencias han resaltado la necesidad de profundizar en varios aspectos: por un lado, el análisis histórico - epistemológico y social de las disciplinas científicas y por el otro, el análisis de los procesos cognitivos y comunicativos en la enseñanza de las ciencias” (Ayala, 2006, p. 20). Se enfatiza, cada vez más, en enfoques que ponen presente el

carácter constructivo del conocimiento científico y su historicidad, presentando la actividad científica ligada a los contextos en los que se realiza.

También, desde finales de la década de los noventa y en lo que ha transcurrido en este siglo, en la didáctica de las ciencias, surgen importantes trabajos que confluyen en investigar el lenguaje en la construcción de explicaciones científicas. Estos trabajos parten del presupuesto básico, que la argumentación es una tarea importante de orden epistémico y un proceso discursivo por excelencia en las ciencias y, que propiciar estrategias que exijan la argumentación en clase, involucra a los estudiantes en el proceso de aprender a razonar (Henaó y Stipcich, 2008).

Por consiguiente, esta investigación realizó, una revisión crítica de las explicaciones que a través de la historia se ha dado al fenómeno de la transmisión de rasgos hereditarios, para asociarlas con las vivencias del alumno, y desde esta relación, diseñó y aplicó una propuesta de enseñanza para facilitar en el estudiante la elaboración de argumentos. Posteriormente, los argumentos que surgieron en las discusiones sobre el tema en las clases de ciencias se revisaron a nivel conceptual y se analizaron estructuralmente desde el modelo propuesto por Toulmin (2007). Todo esto, con el propósito de aportar elementos que fortalezcan la enseñanza de las ciencias naturales en secundaria.

REFERENTES TEORICOS

En la actualidad, es una necesidad no sólo para los investigadores de las ciencias sino también para los docentes abordar elementos históricos, en sus investigaciones y en la enseñanza de las ciencias (Lombardi, 1997), “pues los estudios históricos, son herramientas pedagógicas que permiten comprender los fundamentos conceptuales sobre cómo se han construido las explicaciones acerca de un fenómeno, así como las tensiones, paradigmas, métodos, conceptos y modelos elaborados sobre dicho fenómeno”.

Es oportuno resaltar, la importancia de la historia y la epistemología de las ciencias cuando se abordan fenómenos como el parecido de los hijos con sus padres y cuando éstos no se presentan, pues permite construir rutas conceptuales que den sentido y resignifiquen la enseñanza de algunos conceptos de genética en secundaria, a la vez, que se establecen puentes entre el contexto escolar, la enseñanza y la historia de las ciencias.

Para el diseño y aplicación de una propuesta de enseñanza dirigida a estudiantes de grado décimo, se realizó un recorrido histórico en torno a la transmisión de rasgos hereditarios, en el que se identificaron algunas explicaciones acerca del fenómeno, las cuales se presentan desde tres perspectivas distintas. De estas perspectivas se seleccionó la más pertinente al contexto escolar, teniendo en cuenta que resultara significativa para los estudiantes y permitiera la reflexión, la discusión, y la elaboración de argumentos en el aula.

Perspectivas Históricas que dan cuenta de la Transmisión de Rasgos Hereditarios

El conocimiento acerca de los seres vivos, su comienzo, su evolución, sus características, formas de alimentación, formas de reproducción y formas de interacción con otros seres vivos y su ambiente, son aspectos que estudia la Biología (Raymond, 2007). Es decir, esta ciencia elabora

explicaciones sobre las leyes que rigen las relaciones de los individuos, de las especies y los principios que fundamentan la vida.

Una de las características de los seres vivos es reproducirse. La reproducción puede darse de dos maneras: una reproducción asexual, que implica que de un individuo se forma otro exactamente igual, por división de sus células, como ocurre en bacterias, amebas y muchos otros microorganismos. Otra forma es la reproducción sexual, que ocurre en algunas plantas y animales, es aquella en la que participan el macho y la hembra con el aporte de sus células reproductoras, esto implica que en la transmisión de caracteres hereditarios de progenitores a sus descendientes pueden darse variaciones. En esta investigación identificamos algunas de las explicaciones que filósofos y científicos han elaborado a través de la historia sobre la forma como se transmiten los rasgos hereditarios entre generaciones de organismos con reproducción sexual.

En los seres vivos, los descendientes se parecen físicamente a sus progenitores, aunque no siempre son semejantes de manera exacta a ellos, pues son evidentes algunas diferencias, por ejemplo en el ser humano hay variaciones en la forma de la nariz, el color de los ojos, el tono de piel, etc; esta tendencia de los individuos a parecerse a sus progenitores se llama herencia, la ciencia que estudia estas variaciones, así como las leyes que rigen las semejanzas y diferencias entre individuos con ascendientes comunes es la Genética.

Entre las investigaciones acerca de la herencia, se destacan los trabajos sobre hibridación de Gregor Mendel, quien se opuso a las tendencias vitalistas que predominaban en su época, la fidelidad hacia la defensa del epigenismo fue la base de los experimentos con guisantes (Suarez y Ordoñez, 2011), con ellos demostró que la célula polen y célula huevo (el óvulo) contribuían por igual a la constitución de la descendencia. Y mediante la aplicación de la estadística a sus experimentos estableció algunas leyes fundamentales de la herencia, por lo que se le considera el padre de la genética.

Los trabajos de Mendel marcaron una época en las investigaciones en biología y el rumbo de la genética en particular, dada su importancia, en esta investigación se hace una mirada a las concepciones sobre la transmisión de rasgos hereditarios y se establecen tres perspectivas históricas: En primer lugar, la perspectiva pre- Mendeliana o antes de Mendel. En segundo lugar, la perspectiva que surge con los trabajos del monje o perspectiva Mendeliana, donde se hace especial énfasis en reconocer quien fue Gregor Mendel, cómo realizó sus experimentos y cuáles fueron sus aportes, perspectiva desde la cual se fundamenta la propuesta de enseñanza de esta investigación. Finalmente, la perspectiva Post.- Mendeliana donde se dan a conocer algunos trabajos después de Mendel sobre el tema.

Perspectiva Pre- Mendeliana

Los naturalistas antes del siglo XIX, para acercarse al estudio de lo vivo se limitaban a contemplar la naturaleza; realizaban largos viajes exploratorios, coleccionando y clasificando; este siglo “fue un periodo de observación, de recogida de datos y de generalizaciones.... La experimentación en laboratorio no era la corriente principal de su pensamiento biológico” (Barahona y Suarez, 2001, p. 10). Para identificar en esta época, las diferentes explicaciones sobre la transmisión de rasgos hereditarios, es necesario establecer una relación entre este fenómeno y la manera como se explicaba la formación del ser vivo; pues para algunos naturalistas las características hereditarias ya estaban creadas en el nuevo ser en miniatura, ubicado en el óvulo o en el espermatozoide y para otros el embrión de un nuevo ser se iba desarrollando en el vientre materno.

Dentro de esta perspectiva se identifican principalmente dos tendencias: la *preformista* y la *epigenista*; a estos trabajos los ubicamos en la perspectiva pre- mendeliana, y sus teorías se presentan aquí, sin seguir una secuencia cronológica.

Tendencia Preformista

“El preformismo postulaba que todos los organismos contienen a toda su descendencia plegada o encapsulada dentro de sí en forma minúscula” (Suarez y Ordoñez 2011), es decir que las características hereditarias de todas las generaciones ya estaban constituidas en el nuevo ser, el cual estaba formado en miniatura dentro del fluido proveniente únicamente del padre o de la madre, sus primeros defensores fueron Leucipo (siglo V a.c.) y Democrito (460 a 370 a.c.).

Siglos después, “en 1677 el fabricante de lentes holandés Anton Van Leewenhock observó espermatozoides vivos, en el fluido seminal de varios animales incluyendo el hombre, a los cuales llamó animálculos; (Curtis, 2001, p. 304) se creía que dentro de cada espermatozoide humano había un futuro ser en miniatura, la única contribución de la madre era de servir de incubadora para el feto en crecimiento. Esto quiere decir que toda la información hereditaria provenía del padre, y cualquier semejanza del niño con la madre se debía a influencias prenatales del vientre, tendencia que se conocía como *espermista*.

Otra tendencia dentro del preformismo fue “la *ovista* que afirmaba que el ovulo femenino era el que contenía el futuro ser en miniatura” (Curtis, 2001, p. 304), los espermatozoides del liquido seminal del macho simplemente estimulaban su crecimiento; en esta tendencia se acepta para la formación del nuevo ser, únicamente, la información hereditaria aportada por la madre

La filosofía de la época indicaba que los seres vivos ya estaban formados, por ello el preformismo fue la tendencia que predominó entre los naturalistas del siglo XVII; un ejemplo de esto, fueron las observaciones que realizó Nicolás Hartsoeker en 1694, a través del microscopio, “quien observo en el esperma, a un hombre completo en miniatura, al que denominó – homúnculo-” (Suarez y Ordoñez, 2011, p. 93), comprobando la gran influencia que ejercen las ideas y creencias del individuo sobre aquello que ve.

Herencia Mezcladora

Los conceptos de los ovistas y espermistas, se pusieron en tela de juicio, entre otros aspectos por los intentos prácticos de los jardineros para producir nuevas plantas ornamentales, estos cruzamientos artificiales mostraron que independientemente de qué planta suministrara el polen y qué planta contribuyera con los gametos femeninos ambas contribuirían a las características de una nueva variedad.

En otras palabras, ya se considera fundamental el papel de ambos progenitores en la formación de un nuevo ser, sin darle prelación a uno u otro progenitor. Por ello, una forma de reconocer el aporte hereditario de ambos progenitores fue la *herencia de las mezclas*; “cuando se combinan los óvulos y los espermatozoides, se produce una mezcla de material hereditario que se manifiesta en las características de los descendientes”. (Curtis, 2001, p. 305).

A pesar de reconocer el aporte de ambos progenitores en la transmisión de rasgos hereditarios en sus descendientes, esta tendencia no llegó a explicar ¿qué aportaba el ovulo y qué aportaba el polen en la formación de una nueva planta?, ¿cómo se combinaban las características de cada planta y se almacenaban en una sola semilla?

Tendencia Epigenista

“La concepción epigenista tiene sus orígenes en las ideas de Aristóteles, quien afirmaba que el embrión era una sustancia amorfa que no presentaba sus estructuras definitivas, pero que tenía en sí, la capacidad (dynamis) para formar un nuevo ser”. (Curtis, 2001, p. 303) A diferencia de las tendencias preformistas, la tendencia epigenista postulaba la formación gradual del embrión, el cual se desarrollaba paulatinamente en el huevo por diferenciación sucesiva de partes nuevas, es decir, que su estructura se iba configurando y completando en el vientre materno.

Las investigaciones realizadas, con animales e incluso en el ser humano, por algunos científicos en el siglo XVII, anularon el preformismo. Como las observaciones de Gaspar Friededrich, que permitieron visualizar microscópicamente el desarrollo del pollo; demostrando que los órganos de este animal no estaban ya formados sino que se desarrollaban gradualmente. Otra idea importante, en oposición a esta tendencia, fue la planteada por el médico William Harvey. Según su concepción, el desarrollo era un proceso continuo y el embrión se originaba a partir de una masa homogénea formada en la matriz de la mujer, por efecto de la unión con la simiente que el varón le transmitía, la cual se diferenciaba progresivamente dando origen al feto. Admitiendo así, el aporte hereditario de ambos progenitores para la formación de un nuevo ser, semejante a ellos.

Herencia de los Caracteres Adquiridos

Hasta el siglo XVIII, también era aceptada la idea de que las características adquiridas se heredan y se transmiten de generación en generación, es decir, que los individuos heredan rasgos fortalecidos por sus padres, base de la teoría de Lamarck. Quien afirmaba “que el ambiente influye directamente en las características que hereda un organismo, ya que el individuo responde al ambiente, adquiriendo gradualmente unas características adaptativas, que tras generaciones llegan a ser hereditarias”, (Barahona, 2001, p. 5) es decir, “que los seres vivos pueden modificar su cuerpo por medio del uso o el desuso de sus partes y estas modificaciones pueden ser heredadas por la descendencia” (Audesirk, 1996, p. 307). En la explicación dada por Lamarck, no sólo tiene en cuenta el aporte hereditario de los progenitores, sino que también admite la influencia del ambiente en la variación de los rasgos de los individuos.

La Variación de las Especies

En 1872 Darwin escribió estas líneas: “nadie puede decir por qué la misma particularidad, en individuos diferentes de la misma especie o en especies diferentes unas veces se hereda y otras no” (Jackson, 1972, p. 270) pues a pesar de conocer los trabajos de Lamarck, fue el primero en

rechazar la explicación de la variabilidad a través de los caracteres adquiridos. Para Darwin las variaciones que aparecen en cada población y que se heredan entre los individuos, surgen al azar, y en la interacción entre estas variaciones y las características del ambiente, es como se determina cuales individuos sobrevivirán, y por ende cuales características se transmitirán a los descendientes mediante la reproducción. (Curtis 2001).

Darwin observó las considerables variaciones entre las especies, aún incluso entre individuos de la misma especie, su “teoría de la evolución resaltaba la necesidad de reconocer los mecanismos de estas variaciones, pero aquí fue donde chocó contra su principal dificultad, no conocía ningún mecanismo que pudiese explicar estas variaciones y su transmisión a otras generaciones” (Barahona, 2001, p.4). La respuesta a sus necesidades ya estaba resuelta desde hacía seis años por el monje austriaco Gregor Mendel.

Como muchas de las grandes teorías científicas, las leyes mendelianas, fueron el producto lógico de observaciones, especulaciones, aportes de diferentes científicos y experimentos que se habían estado realizando durante siglos. “Algunos de los predecesores de Mendel habían dilucidado muchas de las cosas que él encontró, pero estaban menos claras y menos acabadas y muchas otras estaban en contraposición de sus ideas”, (Barahona, 2001 p. 2).

Perspectiva Mendeliana

“Johann Gregor Mendel nació en una familia campesina el 22 de julio de 1822, en el pueblo Moravo de Heinzendorf, en su formación básica aprendió elementos generales de historia natural, ciencias naturales y filosofía. A los 22 años entró en el monasterio agustino de Brün y se ordenó como sacerdote, donde recibió los beneficios de pertenecer a una orden religiosa, pues tuvo la oportunidad de continuar sus experimentos de botánica en el jardín del convento y de realizar estudios superiores en la universidad de Viena”, (Newman, 1968).

Ideas que influenciaron los trabajos de Mendel

Desde 1851 a 1853, Mendel asistió a la universidad de Viena, donde realizó estudios en matemática, física, zoología y botánica; allí fue influenciado por el científico Christian Doppler, un físico mundialmente famoso por ser el primero en explicar el efecto doppler, la principal influencia fue probablemente aumentar sus conocimientos matemáticos y adquirir la base para los procedimientos estadísticos que aplicó a sus experimentos; pues los biólogos de la época recolectaban datos, hacían observaciones extensas, para luego sacar un principio que diese forma y significado a sus observaciones. Por el contrario, los físicos hacían observaciones preliminares y las enmarcaban en hipótesis, realizando experimentos y aceptando o rechazando sus hipótesis de acuerdo con los resultados (Barahona, 2001). “Parece ser que, cuando más tarde Mendel comenzó sus experimentos que le llevarían a la deducción de las leyes de la herencia, trató el problema al estilo de un físico”...pues “tenía en la mente las soluciones antes de comenzar con los experimentos que luego realizó para confirmar sus hipótesis”. (Barahona, 2001, p. 11).

“Por aquella época, el Instituto Botánico estaba constituido por dos departamentos: Anatomía vegetal dirigido por el profesor Edward Fenzl y Fisiología vegetal dirigido por el profesor Franz Unger. El monje también fue influenciado por aquellos maestros; Fenzl mantenía una posición fijista según la cual las plantas permanecían siempre estables. Fenzl le aportó a Mendel conocimientos sobre clasificación y descripción de plantas”. (Suarez y Ordoñez, 2011, p. 94).

Por su parte, el profesor Unger fue uno de los pocos hombres de su tiempo que rechazaba la invariabilidad de las especies, creía que la especiación podría ocurrir por cruzamientos, Unger fue influido también por el trabajo de Matthew Schleiden sobre la composición celular de las plantas, apoyaba la teoría evolutiva, adoptó la teoría celular y consideraba la epigenesis como un proceso de desarrollo del individuo (Suarez y Ordoñez 2011). Enfatizaba también que al estudiar la variación de las plantas desde su proceso reproductivo, era posible entender cómo las plantas contemporáneas habían cambiado desde formas primitivas. “En las lecturas del curso de Unger

estaban incluidos los trabajos de Kölreuter y de Gärtner, por lo que el monje pudo conocer los experimentos de hibridación¹ de la época”. (Barahona, 2001, p. 11).

Kölreuter, realizó más de 500 experimentos de hibridación.... “fue el primero en seguir una serie de cruces sistemáticos con plantas de diferentes géneros, por más de una generación, al anotar y observar la segregación de caracteres, aunque no fue capaz de apreciar totalmente lo que observo, pues él creía en la invariabilidad de las especies” (Barahona, 2001, p. 8). Realizó el cruce entre un clavel rojo y un clavel blanco, lo que produjo una descendencia rosa que era autofertil y que a su vez produjo claveles blancos, rosas y rojos en la segunda generación. Muy distinto a sus expectativas; él esperaba encontrar en la primera y la segunda generación el color de uno de los dos progenitores, pues de acuerdo a las tendencias fijistas de la época se consideraba que solo uno de ellos, aportaba los rasgos hereditarios a sus descendientes.

“Los descubrimientos de Knight, Seton y Goss, parecen haber sido conocidos por Karl Friedrich Von Gärtner, otro hibridador de plantas, que al igual que estos científicos, llevó a cabo una serie de cruces con guisantes de jardín encontrando proporciones semejantes a las de Mendel, con las semillas amarillas y verdes de la primera y segunda generación; aunque observó que habían unas características que predominaban en una generación y otras que se enmascaraban, no pudo interpretar con claridad, lo que años más tarde Mendel llamaría ley de la segregación, debido también, a la concepción fijista de las especies”. (Barahona y Suarez, 2001, p. 6).

La influencia del pensamiento evolucionista del profesor Unger y los trabajos de hibridación de sus predecesores y contemporáneos, permitieron que el monje ampliara sus conocimientos acerca de la formación de los seres vivos y de la transmisión de características hereditarias. Lo aprendido por Mendel en Viena “en donde se familiarizó con el análisis matemático de los eventos naturales, los principios de la estadística, los análisis combinatorios y las permutaciones”

¹ Hibridación se entiende aquí como el proceso de cruzar organismos de una misma variedad , raza o especie que exhiban formas alternas de una o varias características

(Suarez y Ordoñez 2011, p. 95), le permitieron diseñar y desarrollar un método experimental más riguroso que el aplicado por sus colegas.

Método experimental de Mendel

Gregor Mendel aportó criterios fundamentales para la experimentación en biología, de tal forma que las investigaciones con seres vivos, dejaron de ser observaciones extensas y sin un rumbo específico, para orientarlas desde hipótesis basadas en observaciones preliminares. Cambió la forma de acercarse al estudio de lo vivo, al seleccionar con rigurosidad el ejemplar de estudio e intervenir las condiciones naturales de reproducción de las plantas, al repetir muchas veces sus experimentos, controlar variables, sistematizar los resultados y “describir con certeza sus relaciones estadísticas” (Mendel, 1865). En términos generales, la metodología que siguió en sus experimentos fue:

- Eligió como material de estudio plantas de *Pisum sativum* (el guisante o plantas de arveja) por la facilidad de su cultivo, por su período relativamente corto de crecimiento, porque sus flores facilitan realizar una polinización controlada y porque en este tipo de plantas se presentan variedades con características contrastantes. Mendel consideraba que “las plantas experimentales empleadas siempre deben manifestar el mismo carácter durante varias generaciones y además era necesario proteger la flor de una polinización no deseada que alterara los resultados”.(Guevara, 2007, p 3)
- “Las plantas de arveja son fáciles de cultivar porque tienen, entre otras, las siguientes ventajas, se pueden cultivar en cualquier época del año, son resistentes a las heladas, necesita suelos profundos y ligeramente ácidos, por ser una planta enredadera, para facilitar su crecimiento, necesita de un elemento (hilo, alambre o madera) que sostenga el tallo”. (Curtis, 2001)
- Mendel, (citado por Newman, 1968), planeo sus experimentos, al elegir para estudiar solamente características hereditarias con variantes bien definidas, fácilmente observables y medibles, a las que denominó caracteres tales como: diferente forma de la semilla

madura (redonda y rugosa), diferencia del color de la semilla (verde y amarilla), color de la envoltura de la semilla, forma de la vaina de la semilla, diferente posición de las flores y diferente longitud del tallo

- Se propuso como objetivo, “observar las variaciones de las plantas en cuanto a cada par de caracteres diferentes y deducir la ley con que aparecen en las generaciones sucesivas” (Mendel, 1865).
- Controló la polinización y la fertilización de las plantas parentales de manera manual y la describe en detalle así: “la fertilización artificial es ciertamente un proceso algo laborioso, pero casi siempre tiene éxito. Para realizarlo se abre la yema antes de que esté perfectamente desarrollada, se quita la quilla y se saca cuidadosamente cada estambre por medio de unas pinzas, después de lo cual puede espolvorearse inmediatamente el estigma con el polen distinto...” (Mendel, 1865). Ver figura 1.

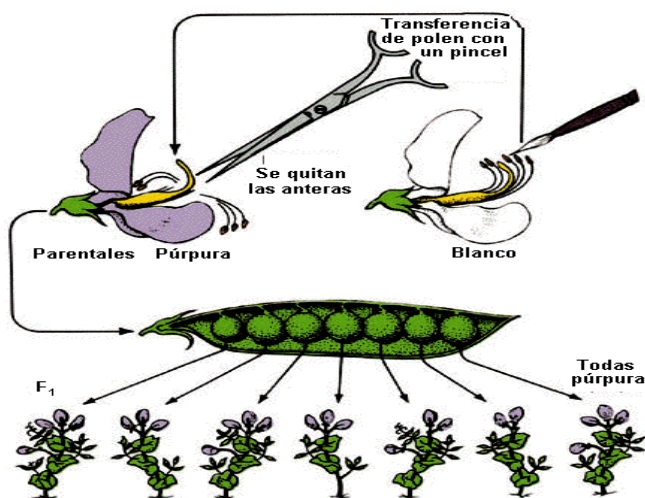


Figura 1: Muestra el polen que se transfiere de las anteras de una flor, al estigma de otra flor, cuyas anteras han sido cortadas. Es una manera de asegurar la fertilización de las plantas y de controlar las características de sus descendientes. Tomada de Heller, et al. La Vida, la ciencia de la Biología. 2004. Pag. 209

En la flor de la planta de arveja, los órganos reproductores están protegidos por una envoltura, la quilla, que se debe retirar para poder realizar la polinización de manera manual.

- “Las distintas variedades de plantas tenían características cuyas variantes eran claramente diferentes y constituían líneas que se reproducían puras, reapareciendo sin cambio de una generación a la siguiente” (Curtis, 2001, p. 306). Al respecto Mendel escribió “hasta donde alcanza la experiencia, encontramos en cada caso, la confirmación de que la progenie constante sólo puede formarse cuando la célula huevo y la célula polen fertilizadora, son del mismo carácter, es decir, cuando ambas poseen el material para crear individuos completamente semejantes, como es el caso de la fertilización normal de especies puras” (Mendel, 1865).
- Realizó un conteo paciente y minucioso de los caracteres obtenidos en cada generación de plantas y luego analizó los resultados matemáticamente, para él las verdaderas proporciones numéricas sólo pueden averiguarse promediando la suma de tantos casos particulares como sea posible; entre más repeticiones, más se eliminan los efectos puramente aleatorios (Mendel, 1865).
- Denominó como parentales, las plantas de líneas puras que empleo para realizar los primeros cruces, y a los primeros descendientes obtenidos de éstos, los nombró generación *F1*, por ejemplo plantas de tamaño normal con plantas enanas, el cruce produjo una generación de plantas de tamaño normal *F1*.
- No sólo estudió la progenie de la primera generación, sino también de la segunda y hasta la cuarta generación.
- Finalmente, organizó los datos de tal modo que sus resultados pudieran ser evaluados en forma simple. Por ejemplo en uno de sus experimentos donde observó la forma de la semilla obtuvo los siguientes resultados “de 7324 semillas logradas de 253 plantas hijas. 5.474 semillas eran redondas y 185 rugosas, de lo que dedujo una relación de 2,96 a 1” (Mendel, 1865), esto quiere decir que por cada 3 semillas redondas se presentaba 1 semilla rugosa.

Resultados de los trabajos de Mendel

Los resultados que obtuvo Mendel en los experimentos que realizó con aproximadamente 10.000 plantas durante ocho años, se presentan desde el punto de vista biológico y desde el punto de vista estadístico:

A nivel Biológico:

- Cuando cruzó entre sí plantas obtenidas de la primera generación, observó que tres, de cada cuatro plantas eran de tamaño normal y una enana a la que designó como generación *F2*. También cruzó plantas que producían guisantes verdes con plantas que producían guisantes amarillos (parentales) y observó que en la primera generación todas las plantas producían semillas amarillas *F1*.
- Cuando cruzó entre sí plantas de guisantes amarillos, producto del primer cruce, tres de cada cuatro plantas, produjeron semillas amarillas y una produjo semillas verdes *F2*. Al estudiar otras características en el guisante obtuvo las mismas proporciones que logró cuando estudió el tamaño de las plantas y el color de las semillas.
- Los resultados obtenidos con la primera generación de plantas le permitieron observar al igual que Knight, Seton, Goss y Gärtner, (Barahona y Suarez, 2001, p. 9), que habían características que aparecían de forma idéntica a uno de sus progenitores y las del otro progenitor no aparecían; en palabras de Mendel “el carácter del híbrido se parece tanto a una de las formas de los padres que la, otra o escapa completamente a la observación o no puede distinguirse con certeza” (Mendel, 1865). Por tanto el monje llamaría “*dominantes*” a los caracteres que se transmiten enteramente o casi sin cambio en los descendientes.
- Asimismo denominó “como recesivos a los que quedaban latentes en el proceso, porque los caracteres así designados se retraen o desaparecen enteramente en los descendientes, sin embargo, reaparecen sin ningún cambio en su progeñie” (Mendel, 1865). Por ejemplo, al cruzar plantas de semillas amarillas con plantas de semillas verdes, en la primera generación sólo aparecían plantas con semillas amarillas; en la segunda generación se

obtenían plantas con semillas amarillas y plantas con semillas verdes en una proporción de 3 a 1 respectivamente, de manera que de cuatro plantas de esta generación, tres presentan el carácter dominante (semilla amarilla) y una el recesivo (semilla verde).

- Mendel empleó como símbolos letras para hacer el seguimiento del carácter aportado por la célula polen o masculina y la célula huevo o femenina en los descendientes, utilizó letras mayúsculas para la expresión dominante del carácter y minúsculas para la expresión recesiva del mismo carácter (Drouin, 1991). Por ejemplo, tomó dos plantas parentales de líneas puras para el carácter forma de la semilla, donde la célula polen es de semilla redonda y la célula huevo es de semilla rugosa. Al cruzar estas plantas en la primera generación *F1* obtuvo una proporción de 3 semillas redondas y 1 rugosa, identificó con la letra mayúscula *L*, la forma redonda como la expresión dominante y con la letra minúscula *l*, la forma rugosa como la expresión recesiva. Ver figura 2

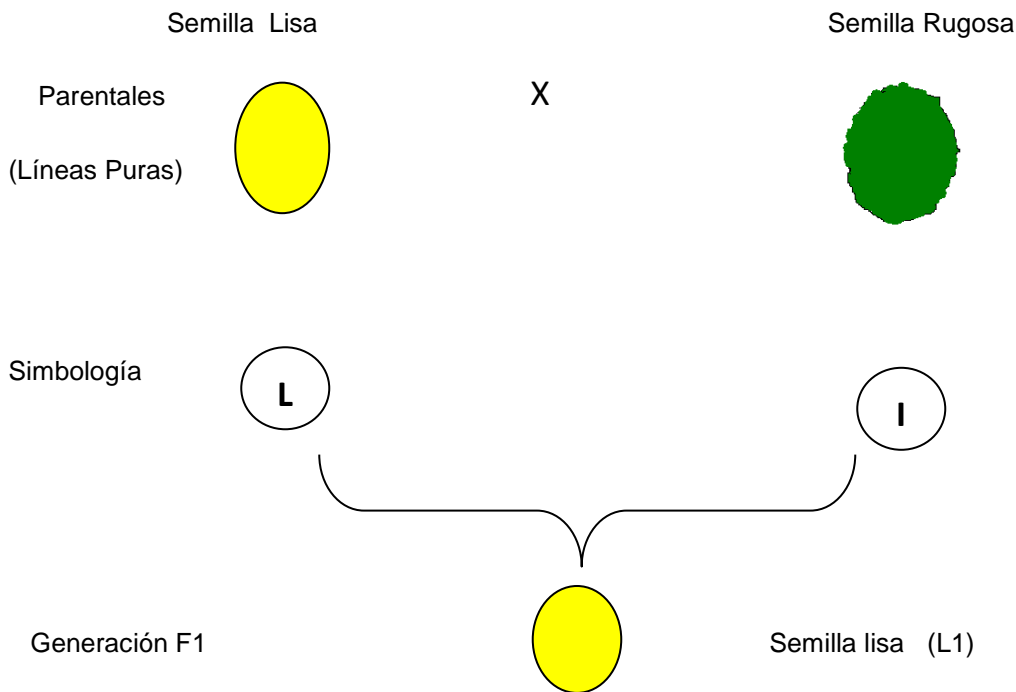


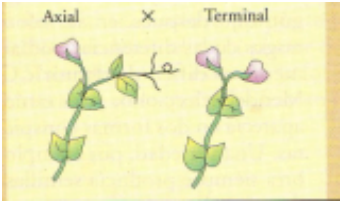


Figura 2. Cruzamiento líneas puras 1

En la figura 2, se aprecia un ejemplo de cruzamiento de líneas puras que realizó Mendel, teniendo en cuenta sólo la forma de la semilla.

- Como se ha dicho, en las cruzas que hizo Mendel el rasgo recesivo desaparecía en la generación *F1* y reaparecía en la generación *F2*, con el fin de explicar este resultado, el monje concluyo “que para cada rasgo o carácter debe haber un par de factores, uno debe provenir del polen y otro del ovulo” (Raymond, 2007, p. 201), teniendo en cuenta el ejemplo anterior, para el carácter forma de la semilla, los factores serían semilla lisa (*L*) aportado por la célula polen y semilla rugosa (*l*) aportado por la célula huevo.(ver tabla 1)

Tabla 1 Caracteres Estudiados por Mendel

Carácter	Cruzamientos originales Dominantes x recesivo	Resultados segunda generación		
		Dominante	Recesivo	Proporción
Forma del guisante	Redonda X Rugosa 	5474	1850	2,96 : 1
Color del guisante	Amarillo X Verde 	6022	2001	3,01 : 1
Posición de la flor		651	207	3,14 : 1


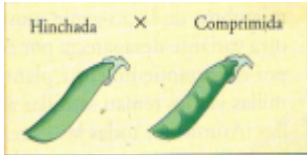
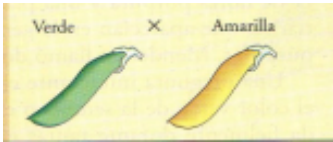

<p>Color de la flor</p>		<p>705</p>	<p>224</p>	<p>3,15 : 1</p>
<p>Forma de la vaina</p>		<p>882</p>	<p>299</p>	<p>2,95 : 1</p>
<p>Color de la vaina</p>		<p>428</p>	<p>152</p>	<p>2,82 : 1</p>
<p>Largo del tallo</p>		<p>787</p>	<p>277</p>	<p>2,84 : 1</p>

Tabla 1: Tomado de CURTIS Helena.2001.Biología.Editorial Médica Panamericana. España. Pág. 308

En la tabla 1 se aprecian los siete caracteres que estudio Mendel en los guisantes, así como los resultados obtenidos de los cruzamientos originales, es decir, los rasgos más frecuentes o dominantes y los poco frecuentes o recesivos, indicando la proporción en cada caso.

Mendel con sus trabajos de hibridación aporta tres leyes fundamentales que permiten explicar la transmisión de caracteres hereditarios; las cuales no fueron consideradas como tales por el monje, sino que fueron reconocidas varios años después por otros científicos; estas son:

- La ley de la uniformidad: establece que si se cruzan dos razas puras para un determinado carácter, los descendientes de la primera generación son todos iguales entre sí e iguales a uno de sus progenitores. (Ruiz, 2009, p. 43)
- La ley del predominio: establece que al cruzarse dos razas puras los caracteres recesivos quedan ocultos en la primera generación, si hay autofertilización reaparecen en la segunda generación, en proporción de 1:3 respecto de los caracteres dominantes. De manera específica, los individuos de la segunda generación se dan en la proporción: 1 (individuos “puros” con el carácter dominante); 2 (individuos híbridos, en donde se expresa la característica dominante”): 1 (individuos “puros” con el carácter recesivo). (Ruiz, 2009, p. 43)
- “La ley de la independencia; establece que cuando se forman las células reproductoras, un carácter se separa independiente del otro, es decir que cada uno de ellos se transmite de manera separada y en la fertilización se pueden combinar al azar de todos los modos posibles”. (Ruiz, 2009, p. 44)

A nivel estadístico:

En sus experimentos Mendel trabajó con lo que él llamó caracteres diferenciadores (diferente longitud del tallo, color de la semilla, forma de la semilla, forma de la vaina, etc), encontró que el comportamiento en la aparición de ciertos caracteres “obedecía a una regla con cierta regularidad matemática y propone un modelo para formalizar lo que otros hibridadores ya habían llegado anteriormente” (Drouin, 1991, p. 467), pretendía someter los caracteres a unas leyes de

combinaciones y calcular una fórmula general que predijera la proporcionalidad en que aparecerían.

La población de estudio fue seleccionada de tal manera que no presentara problemas de plagas o contaminación alguna, que alterara los resultados; para Mendel, “el conjunto de elementos de referencia sobre el que realizó sus observaciones, fueron las semillas de plantas de *Pisum sativa* resultantes de la combinación manual de la célula polen y la célula huevo que provienen de líneas parentales puras para cada factor”. (Ruiz, 2009).

Aquí el término factor es entendido como “ el material que se encuentra en la célula huevo o en la célula polen que determina el mismo carácter” (Mendel, 1865), ese material se puede expresar de manera diferente, por ejemplo hay un factor que define el tamaño de la planta y este se manifiesta como largo o como corto; cada una de estas alternativas de manifestación del factor se representa con un símbolo, que en los experimentos de Mendel corresponde a letras mayúsculas (dominante) y minúsculas (recesivos). Es de aclarar que Mendel trabajó sobre caracteres observables y la combinatoria la realizó desde los factores que determinan esos caracteres.

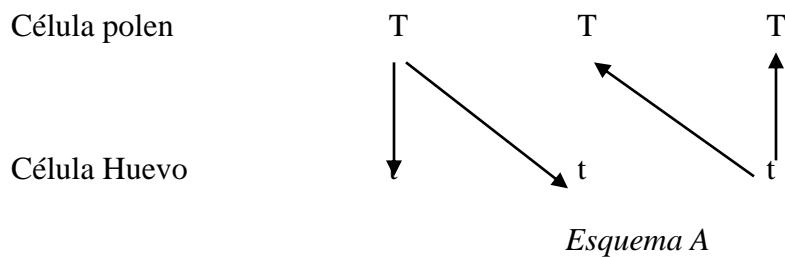
Inició y planteó sus experimentos en términos estadísticos usando la combinatoria, que desde las matemáticas discretas “estudia las ordenaciones o agrupaciones de un determinado número de elementos, a partir de ciertas condiciones establecidas” (Gispert 2006, p. 590), específicamente su modelo matemático, se fundamenta en la permutación, una clase de combinatoria; donde se tiene en cuenta el orden de los elementos de la población, o de las alternativas de expresión del factor.

En la combinatoria que estableció Mendel, tomó como población dos caracteres contrastantes, por ejemplo tallo largo que simbolizó como T, frente al tallo corto, que simbolizó como t. Esta es una combinación ordenada o permutación que admite repetición, en el sentido del resultando de una misma alternativa del factor en los descendientes, por ejemplo, al combinar una célula

huevo de tallo largo T, con una célula polen de tallo largo T, resultan los descendientes con la combinación TT, es decir que la manifestación de la alternativa T se ha repetido.

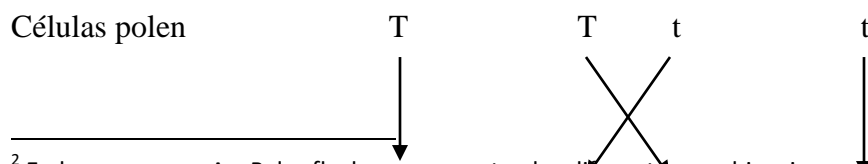
Otros resultados de la permutación, son los que Mendel llamó híbridos o plantas que contienen las dos alternativas del factor combinadas, tallo largo (T) y tallo corto (t), es decir que estas plantas contienen en sus células huevo y polen, las dos expresiones (Tt) o (tT)

Inicialmente Mendel seleccionó dos plantas de líneas puras, una de tallo largo y otra de tallo corto, realizó el cruce respectivo y obtuvo los siguientes resultados: (ver esquema A)



- En el esquema² A, las posibles combinaciones resultantes de las dos alternativas para el factor son: (Tt), (Tt), (tT), (tT)
- El resultado corresponde a cuatro plantas híbridas de tallo largo, en una proporción 2 (Tt) y 2(tT).

Posteriormente, al cruzar dos de los híbridos resultantes del cruzamiento anterior se obtiene los siguientes resultados: (ver esquema B)



² En los esquemas A y B las flechas representan las diferentes combinaciones realizadas por Mendel

Células huevo T T t t

Esquema B (Tomado de Mendel, 1865)

- En el esquema B, las combinaciones resultantes son: (TT), (Tt), (tT), (tt)
- El resultado corresponde a una línea pura de tallo largo (TT), una línea pura de tallo corto (tt) y dos plantas híbridas de tallo largo ((Tt), (tT)), en una proporción 1 (TT): 2(Tt): 1 (tt).
- “El término 2Tt está compuesto por las permutaciones Tt y tT, que para efectos genéticos da lugar al mismo tipo de descendencia” (Ruiz, 2009, p. 46), es decir que los descendientes son plantas híbridas de tallo largo.

Mendel expresó los resultados de las anteriores combinaciones, en forma de proporción matemática en donde, ubicó las alternativas para el factor tamaño del tallo, que corresponden a: “las células polen encima de la línea y los de la célula huevo debajo” (Mendel, Citado por Newman 1968, p. 226).

$$\frac{T}{T} + \frac{T}{t} + \frac{t}{T} + \frac{t}{t} = TT + 2Tt + tt$$

“Para expresar matemáticamente las relaciones 1:2:1 que resultaron en la segunda generación, Mendel comprendió el carácter algebraico de las combinaciones, las cuales indican los caracteres resultantes de las cruza, en donde uno de los atributos (tallo largo o tallo corto) domina sobre el otro” (Ruiz, 2009).

- Al parecer Mendel expresó los dos factores “en forma de binomio así $(T + t)(t + T) = TT + 2Tt + tt$, lo cual constituye el Binomio de Newton, cuyo resultado se comporta con base en la proporción 1: 2: 1”. (Ruiz, 2009, p. 46). También es posible que Mendel haya

llegado al mismo trinomio algebraico, como resultado de productos notables, con los caracteres dominantes y recesivos que tiene cada uno de los híbridos” (Ruiz, 2009, p 47);
 $TT + 2Tt + tt = (T + t)(t + T)$.

Es importante destacar que en su trabajo “experimentos sobre la hibridación de plantas”, Mendel establece un modelo matemático, que permite determinar las proporciones con que se manifiestan los caracteres dominantes y recesivos en los híbridos de las generaciones sucesivas. El modelo al que llegó ($TT + 2Tt + tt$), se formaliza en una regla que los otros hibridadores ya habían establecido y muestra como todas las cifras obtenidas corresponden prácticamente a las proporciones teóricas, que se calculan con la formula general de las permutaciones (Drouin, 1991), formula que hoy en día es matemáticamente correcta.

En definitiva Mendel “aplicó a sus observaciones un sencillo tratamiento matemático (algebraico y estadístico), con lo cual los fenómenos biológicos fueron incorporados al rigor numérico por primera vez en la historia de la biología, el cual permitió postular que cada uno de los caracteres estudiados estaban determinados por una serie de “factores” independientes uno de los otros” (Guevara, 2007, p.4)

Posición filosófica de Mendel

Cuando Mendel realizó sus experimentos de hibridación con plantas, “la postura filosófica dominante entre los biólogos de esa época y que permitía cierta afinidad con las creencias religiosas era el vitalismo” (Ruiz, 2009, p. 47); doctrina que establecía que los seres vivos poseían una fuerza vital o espíritu que los dotaba de vida, si el cuerpo se separaba de esta fuerza, perdía su cualidad de vivo y moría.

Por otra parte, las explicaciones mecanicistas proponían que la vida era intrínseca a la materia, no una entidad diferente, lo que implica reconocer que los seres vivos al igual que todos los objetos del universo se someten a principios y leyes de la física y la química.

Ahora bien, Mendel estableció que la herencia de los caracteres seguía una proporción definida; que existen unos elementos hereditarios o factores que determinan la presencia de los caracteres observados, “factores” que se segregan, separándose unos de otros en la formación de células huevo y células polen.

Así, al revisar diferentes documentos que tratan sobre los trabajos de Mendel, se han encontrado diferentes posiciones filosóficas frente a sus investigaciones, pues algunos autores como Bowler (2001), establecen que los “factores” mendelianos no hacen relación a entes materiales o partículas; pues como indica Olby (citado por Bowler, 2001), “la descripción de los experimentos de hibridación en guisantes no contiene ninguna referencia explícita al concepto de partículas materiales apareadas, equivalentes a los genes del mendelismo moderno”. Pues al parecer su filosofía aristotélica hacía referencia a la existencia de esencias diferentes para cada carácter, contenidas en la célula huevo y la célula polen, que eran transmitidas de padres a hijos, “Mendel adoptó el punto de vista escolástico en el cual el carácter está determinado por esencias opuestas” (Bowler, 2001, p. 410).

Una visión opuesta del carácter esencialista de los factores mendelianos, es la establecida por Newman, quien indica que el resultado final de las investigaciones de Mendel “fue el descubrimiento de que ciertos caracteres paternos son transmitidos sin variación, sin atenuación ni fusión, porque son transportados por alguna clase de unidad distintiva o partícula, llamamos actualmente genes a estas unidades; Mendel las llamó factores” (Newman, 1968, p. 211). Desde este punto de vista, es posible pensar que Mendel podía considerar a los factores como entes materiales, responsables de la manifestación de los caracteres en los híbridos.

Ahora bien, al revisar el aspecto matemático de su trabajo, se puede intuir que Mendel contaba con una idea de lo que pretendía encontrar, esto implica una deducción *a priori* de las tendencias esperadas en la descendencia de los guisantes (por lo que el trabajo de campo

experimental que inicio en 1857, sólo poseía un papel confirmatorio); “todo ello, demuestra que el planteamiento de los principios formulados por Mendel, se obtuvo deduciendo por abstracción matemática, pero su comprobación (sino exacta, pero si con precisión suficiente) tuvo que ser empírica”. (Ruiz, 2009, p. 47).

Para algunos autores, de haberse apoyado Mendel de manera explícita en esta demostración matemática, es decir, que ya tuviera en su mente la fórmula general y sus experimentos sólo tuvieran por objeto la demostración, “quizás hubiera sido señalado como mecanicista, ya que ello implicaría reconocer que los seres vivos, al igual que todos los objetos del universo se someten a principios y leyes” (Ruiz, 2009, p. 47). Independiente de concebir a Gregor Mendel como materialista o como vitalista, es importante destacar el papel que le dio en sus experimentos a los “factores”, a los que concebía como unidades discretas e inmodificables, que regulan la aparición de una cierta característica en los individuos.

Mendel asignó un símbolo que le permitió representar matemáticamente cada forma alternativa de manifestación del factor, lo que le facilitó realizar las combinaciones o permutaciones, hasta llegar a una formula general de las proporciones en que podían aparecer los rasgos dominantes y recesivos de los híbridos en las diferentes generaciones, el monje, “sin embargo debió suponer un modelo mecánico que le autorizara aplicar este diseño matemático a los productos de la hibridación. En otras palabras, estableció una hipótesis que le permitía manipular los caracteres como si fueran bolas dentro de un bombo” (Drouin, 1991, p.469) “por su visión tan precisa, es casi seguro que contaba con una idea matemática de lo que pretendía encontrar”(Ruiz, 2009, p. 45)

“Hasta donde alcanza la experiencia, encontramos, en cada caso, la confirmación de que la pro genie constante solo puede formarse cuando la célula polen fertilizadora son del mismo carácter, es decir, cuando ambas poseen el material para crear individuos completamente semejantes, como es el caso de la fertilización de especies puras” (Mendel, citado por Newman, 1968, p. 223).

Tomando como referencia las palabras de Mendel, anteriormente transcritas, así como el objetivo que expresa para sus experimentos “el objeto del experimento era observar estas variaciones en el caso de cada par de caracteres diferentes y deducir la ley con que aparecen en las generaciones sucesivas...” (Mendel, 1865) y la idea preestablecida de un modelo matemático, es posible suponer en el monje una filosofía mecanicista que le permitía concebir a los factores como entidades existentes dentro de la célula huevo y de la célula polen. De lo ya dicho, se concluye que no es posible afirmar con certeza que Gregor Mendel fuera materialista o vitalista, pero sí, un científico que dividió la biología en dos épocas, antes y después de Mendel, que hace posible un nuevo paradigma en las investigaciones genéticas al establecer en una expresión matemática “las proporciones previstas para las descendencias de los híbridos”. (Ruiz, 2009, p 47)

Reconocimiento de los Trabajos de Gregor Mendel

“Fue mediante una serie de experimentos de hibridación de guisantes, como el monje Gregor Mendel pudo establecer las bases de la genética, los experimentos que le condujeron a la interpretación de las leyes de la herencia, los cuales fueron realizados en un destartalado jardín de 120 pies de largo y poco más de 20 de ancho, junto a la biblioteca del monasterio de agustinos de Santo Tomás en la ciudad de Brün - Austria. En esta pequeña parcela, Mendel sembró miles de plantas y durante varios años realizó centenares de experimentos de cruce; en 1865 leyó su trabajo *Experiments in Plant – Hybridization* ante la junta de la sociedad de Brün para el estudio de ciencias naturales (actualmente Brno, República Checa); la numerosa audiencia, compuesta por astrónomos, físicos y químicos, no comprendió su trabajo. Las actas de aquella junta fueron publicadas y enviadas a 120 sociedades universitarias, sin embargo su trabajo permaneció en el olvido durante 34 años”. (Newman, 1968, p. 211).

Sus trabajos no fueron reconocidos posiblemente porque, los biólogos más prominentes de la época no tenían el hábito de pensar en términos matemáticos, aun en los simples términos usados por el monje y como se ha dicho no seguían un método experimental tan riguroso como el aplicado por él.

Otra razón por la que no fueron reconocidos sus trabajos fue porque, los científicos que hacían experimentos de hibridación, estudiaron la herencia de todos los caracteres de la planta o del animal al mismo tiempo, en tanto que Mendel, seleccionó cuidadosamente siete caracteres de las plantas para sus investigaciones y realizó experimentos particulares para cada uno de ellos.

“Así mismo, con la publicación del libro *Sobre el origen de las especies* de Darwin en 1859; las investigaciones se enfocaron en estudios asociados con la evolución y cómo la selección natural era el factor que determinaba la variación de las especies”. (Cardona 2008).

Con los trabajos de Gregor Mendel se cambió la forma de investigar los fenómenos naturales pues sus experimentos fueron escritos con tanta claridad que pudieron ser repetidos por otros científicos. Pero sólo después de treinta y cuatro años de la publicación de sus trabajos, Carl Correns en Alemania, Hugo de Vries en Holanda y Eric Van Tschermak en Austria, obtuvieron resultados similares, experimentando con caracteres hereditarios en maíz, habichuelas, guisantes y otras plantas. “En un ejemplo de honestidad científica los tres reconocieron todo el merito para aquel que había llegado a sus mismas conclusiones con anterioridad” (Guevara, 2007, p. 4).

No sólo fueron relevantes sus trabajos en la experimentación con plantas, sino que también fue posible llevarlos a cabo con animales. Por ejemplo “William Bateson, aplicó los principios mendelianos al estudio de aves de corral, y conejos, y aportó el término de genética, para designar la ciencia dedicada al estudio de los fenómenos de la herencia y la variación” (Jackson 1972). Estos científicos le dan la razón al monje en cuanto a las leyes de la herencia descritas por él: la *ley de la segregación* y la *ley del predominio*.

Perspectiva Post mendeliana

“El texto *un nuevo sistema de filosofía química* publicado por el químico británico John Dalton en 1808, influyó el estudio de la herencia, pues contenía ideas relevantes para la biología, incluyendo la que consideraba que la materia estaba compuesta por átomos, así que los filósofos de la naturaleza consideraron que los organismos podrían ser analizados en sus partes. Este punto de vista fue aplicado por Schleiden y Schwann cuando propusieron en 1839, que todos los seres vivos estaban formados por células, las unidades básicas de la vida” (Barahona, 2001, p.4)

“La teoría celular se extendió velozmente, y cuando las ideas de Mendel fueron reconocidas en 1900, se había efectuado un considerable progreso en cuanto al estudio de la estructura celular; se evidenciaron los cromosomas, se observaron y describieron por primera vez sus movimientos durante la mitosis, también se dilucidó el proceso de formación de los gametos y los sucesos de la meiosis que fueron rápidamente relacionados con los principios mendelianos de la herencia”, todo ello gracias a los avances en microscopía. (Barahona, 2001)

En cuanto a la identificación de las estructuras celulares y su relación la transmisión de rasgos hereditarios de una generación a otra, se destacan los siguientes trabajos.

- Oscar Hertwig en 1875 “realizó sus observaciones en los huevos de Erizo de Mar, enunció que el espermatozoide macho penetra en el ovulo de la hembra, de esta manera confirmó que la fusión de los dos núcleos celulares determinan la fecundación”. (Jackson 1972, p. 271)
- Si bien en 1842, Carl Von Nägeli observó por primera vez cromosomas, en el polen de algunas plantas, “el papel del núcleo en la herencia no se postuló sino hasta finales del año 1870; en este tiempo Hertwig H. y el botánico Edward Strasburger estudiaron la fecundación en varios organismos y comprobaron que implicaba la fusión del núcleo del espermatozoide con el del ovulo” (Barahona, 2001, p. 16)
- Otro aporte importante en esta línea de investigación fue el realizado por Van Beneden (1875) que explica “el fenómeno de la reducción cromosómica en las células sexuales; el

número de cromosomas se reduce, tanto en el ovulo materno, como el espermatozoide paterno; al fusionarse los dos núcleos de estas células en la fecundación, se completa la cantidad total de cromosomas de la especie en la nueva célula”. Con estos aportes se deducen los mecanismos de división celular en las células del cuerpo (mitosis) donde la cantidad de cromosomas permanece constante y en células sexuales (meiosis) donde la cantidad de cromosomas se reduce a la mitad (Jackson 1972).

- Con las investigaciones de Beneden, August Weisman considera la existencia de dos tipos de células distintas: las corporales y las reproductoras, las primeras “se extinguen después de haber cumplido su función, perecen sin dejar descendencia. Sólo las células reproductoras son potencialmente inmortales y transmisibles a la generación siguiente” (Jackson 1972, p.271) y la variación en éstas, interviene en la evolución de la especie, así la herencia se localiza en los cromosomas que pasan de generación en generación.

Los trabajos mencionados sobre las estructuras celulares y su papel en la transmisión de rasgos hereditarios, establecen nuevas condiciones en la explicación de este fenómeno; pues se retoman los trabajos de Mendel y sus factores, son explicados como unidades materiales de herencia y son ubicados dentro de los cromosomas.

A principios del siglo XX, “mientras era estudiante en la universidad de Columbia, Walter Sutton planteó que los factores hereditarios de Mendel son parte de los cromosomas, elaboró dicha propuesta después de estudiar la meiosis en los saltamontes; observó que durante este proceso, los cromosomas de cada célula del insecto, se alinean por pares, donde cada par tienen la misma forma y tamaño”. (Raymond, 2007, p.212) Se entrevé aquí, que cada par de cromosomas (que posteriormente fueron denominados como cromosomas homólogos) aporta información hereditaria para los mismos caracteres, y éstos pueden manifestarse ya sea de manera dominante o manera recesiva.

Los Trabajos de Thomas Morgan

“Thomas Morgan zoólogo de Lexington, Kentucky realizó estudios de postgrado en biología y trabajo con William Brooks, famoso morfológico y embriólogo del momento, quién lo motivó por el estudio de la herencia y la variación, en 1890 obtuvo su doctorado en morfología descriptiva y asistió a la estación zoológica de Nápoles, donde adquirió elementos de rigor para realizar experimentos de laboratorio”. (Barahona, 2001).

“Cuando Thomas H. Morgan, comenzó sus investigaciones buscaba al igual que el monje, patrones regulares de herencia” (Curtis, 2001, p. 322), es decir tener evidencia en experimentos con animales de que las características hereditarias se podían manifestar de manera independiente en los descendientes y también la existencia de caracteres dominantes y recesivos. “Para ello usó la mosca *Drosophila melanogaster* ejemplar adecuado para realizar estudios genéticos; es fácil de criar y alimentar, pues se alimentan de las levaduras que fermentan la fruta en descomposición, estas diminutas moscas de solo 3 milímetros de largo, pueden producir una nueva generación cada dos semanas, la hembra deposita centenas de huevos durante su vida adulta” (Curtis, 2001, p. 322). La especie silvestre tiene ojos rojos brillantes y solamente 4 pares de cromosomas, 3 pares son de forma semejante y por ello se denomina autosomas, y el cuarto, un par sexual; las hembras un par de cromosomas XX, mientras que el macho posee un par sexual formado por un cromosoma X y un cromosoma Y³ (Raymond, 2007).

“Es factible considerar, que los cromosomas sexuales de la hembra son homólogos porque aportan información hereditaria para caracteres semejantes, en tanto que los cromosomas del macho varían notablemente, pues su forma diferente del cromosoma Y no le permite transmitir toda la información que contiene el cromosoma” X (Audesirk 1996).

³ Barr M. L. en 1949 observó que algunas células presentaban una mancha de cromatina en el borde del núcleo, al observar células de la piel y de la mucosa humana; las células provistas de la mancha procedían de mujeres, mientras que las que carecían de ésta, eran de varones. Por medio de esta característica es posible diferenciar “el sexo nuclear” del individuo y determinar si un sujeto es genéticamente macho o hembra. Se ha comprobado que esta mancha representa uno de los cromosomas X, más denso y teñido más intensamente, el cromosoma Y no presenta esta característica. (Villego, 1988)

Morgan dedujo la teoría de la herencia ligada al sexo mediante los siguientes experimentos:

- “Inicialmente Morgan cruzo moscas machos y hembras de ojos rojos y obtuvo descendientes tanto machos como hembras de ojos rojos, lo que le permitió deducir que este era el carácter dominante. En la búsqueda de alguna diferencia genética entre las moscas, que pudiera estudiarse en los experimentos de cría, encontró después de varios cruzamientos, una variación en este rasgo, una mosca de ojos blancos” (Curtis, 2001).
- “Luego decidió cruzar este nuevo ejemplar, macho de ojos blancos, con hembras de ojos rojos. En el supuesto de que los ojos rojos eran dominantes sobre los ojos blancos, esperaba que en la generación *F1* sólo hubiera individuos de ojos rojos. Al cruzar los individuos de la generación *F1* esperaba que los descendiente o generación *F2*, produjeran una proporción de tres moscas de ojos rojos por una de ojos blancos, proporciones equivalentes a las encontradas por Mendel en sus experimentos con guisantes; y de hecho esos fueron los resultados que obtuvo” (Raymond, 2007, p. 214).
- No obstante, hubo algo inusual en la generación *F2*, “Morgan observó que todas las moscas de ojos blancos de esta generación eran machos y todas las hembras eran de ojos rojos, no había hembras de ojos blancos”; (Raymond, 2007) a partir de estas observaciones surge entonces la pregunta ¿por qué no había moscas hembras de ojos blancos?. Esta situación obligo al científico a replantear el objetivo de sus experimentos; en sus investigaciones ya no era fundamental llegar a la ley de la segregación independiente y a la ley del predominio, sino determinar qué relación había entre los rasgos del individuo y los cromosomas sexuales (Raymond, 2007, p. 214).
- Para indagar sobre esto, “Morgan cruzó el macho original (parental) de ojos blancos con una de las hembras de la generación *F1* y obtuvo para la generación *F2*, machos y hembras de ojos rojos y machos y hembras de ojos blancos, en una proporción sino exacta, muy cercana a 1: 1: 1: 1”.(Curtis 2001)

Hasta este momento la teoría cromosómica de la herencia planteaba que los caracteres no se heredaban unos separados de los otros sino que se transmitían en grupos definidos, teoría que no era suficiente para explicar la relación entre el color de ojos y el sexo de las moscas. El término factor hereditario, fue reemplazado por la palabra *gene*, propuesto por Johannsen, en 1903, partiendo del término pangene⁴ de Darwin, planteado para designar aquellos elementos presentes en las células sexuales que determinan los diferentes rasgos en los organismos y que pasan de generación en generación (Barahona, 1994)

“Sobre la base de estos experimentos Morgan y sus colaboradores formularon la siguiente hipótesis. El gen para el color de ojos debe localizarse en el cromosoma *X*”, (Curtis 2001, p. 325) mientras que el cromosoma *Y* no tiene el gen correspondiente. Es decir, para el caso de los machos que tienen un cromosoma *X* aportado por la mosca madre y un cromosoma *Y* aportado por la mosca padre, no se expresaría el carácter rojo de los ojos, por ausencia de este gen en el cromosoma *Y*; mientras que en la mosca hembra que tiene dos cromosomas *XX* aportados por cada uno de sus progenitores, se expresa el carácter rojo de los ojos, en la mosca hembra. (Curtis 2001).

De los trabajos de Morgan se deduce que existen rasgos que pasan de una generación a la siguiente, condicionados por el sexo, es decir que hay unas características que solo son transmitidas por los cromosomas sexuales, diferentes a aquellas que determinan si es macho o hembra, esto debido a la forma de los cromosomas *X* y *Y*; pues como se ha dicho, el cromosoma *X* puede contener genes que no están en el cromosoma *Y* y viceversa. “En el ser humano, por ejemplo, el cromosoma *X* contiene genes que inhiben la producción de la proteína que permite la coagulación sanguínea (hemofilia) y el cromosoma *Y* no tiene el gen respectivo, lo que en consecuencia establece que la mujer tenga una alta probabilidad de no padecer la hemofilia por tener dos cromosomas *XX* (uno con el gen que produce la hemofilia y el otro no), en tanto que en el hombre *XY* por no tener la contraparte en el cromosoma *Y* que anule el efecto de este gen, es alta la probabilidad de que padezca la enfermedad”. (Audesirk, 1996).

⁴ Partícula hipotética que actúa como portadora de un carácter hereditario que se puede transmitir de padres a hijos y fue postulada por Charles Darwin en la teoría de la pangénesis o de las gémulas.

Genética Molecular

Morgan y muchos otros científicos de principios del siglo XX pensaban que la biología no podía convertirse en ciencia, mientras no incorporara el método experimental a sus investigaciones, pues aún carecía de un método riguroso y sistemático, semejante al empleado en las ciencias física y química; “esto hizo que los biólogos acudieran en varias ocasiones a la búsqueda de modelos experimentales de esas ciencias, con los cuales desarrollar sus investigaciones, y que conceptos y técnicas de la física, así como su pensamiento atómico-cuántico, se integró por primera vez a la investigación biológica y se aplicó específicamente al estudio de la estructura y función de los genes a nivel molecular, bases del nacimiento de la genética molecular” (Barahona, 1991).

“En los últimos decenios la genética que había encontrado en el microscopio electrónico un poderoso instrumento y en las conquistas de la bioquímica una magnífica aliada, logró adquirir la jerarquía de una de las ramas más adelantada de la biología”. (Jackson, 1972). A comienzos de la década de 1940 ya estaba identificada la parte celular responsable de la transmisión de características hereditarias, surgían así, nuevas preguntas para las investigaciones de los genetistas: ¿cuál era la estructura molecular del gen? ¿cómo pueden ser los cromosomas, los portadores de una enorme cantidad de información hereditaria?

Así, a finales del siglo XIX la genética y la bioquímica⁵ surgen como máximos exponentes de la nueva biología; aunque la obra de Mendel pasó desapercibida para los biólogos de su época, en 1905, el reconocimiento de su obra, hará de él, el creador de la genética y convertirá sus trabajos en el punto de partida de esta ciencia, la metodología, el tratamiento estadístico, la representación simbólica, imponen a esta ciencia una lógica interna.

⁵ La Bioquímica estudia la composición química de los seres vivos, especialmente las proteínas, carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos y las reacciones químicas que tienen estos compuestos o metabolismos.

“A comienzos del siglo XX, ya no quedaban dudas sobre la existencia de los genes ni de que estuviesen en los cromosomas” (Curtis, 2001, p. 347). A pesar de la cantidad de conocimientos acerca de la herencia, la naturaleza exacta del material hereditario, *el gen*, se mantuvo dudosa durante muchos años, varios investigadores intentaron identificar la naturaleza química del gen, al hacer uso de conceptos y técnicas de la física, los cuales sirvieron como elementos fundamentales para las investigaciones en Biología molecular y la posterior determinación de la estructura del ADN.

“En los primeros años del siglo XX se integraron condiciones, sociales, políticas, técnicas y científicas, para que la genética recién construida como ciencia se desarrollara con rapidez. Por ejemplo, las investigaciones en genética recibieron cuantiosos apoyos financieros y políticos, a fin de conocer los mecanismos de las mutaciones y las secuelas genéticas causadas en las víctimas por las radiaciones de alta energía, después de que Estados Unidos, con el fin de demostrar su poderío militar, realizará uno de los mayores actos terroristas de la humanidad, donde murieron miles de personas luego de arrojar la bomba atómica sobre las ciudades de Hiroshima y Nagasaki”. (Guevara, 2007).

A nivel científico, la genética ya como una ciencia experimental, contaba con los fundamentos metodológicos para descifrar la estructura química del gen. “A principio de 1900 cuando se estableció que los cromosomas eran los portadores de la información genética, los estudios se enfocaron en el análisis de su composición química; los bioquímicos determinaron que los cromosomas, de una célula nucleada estaban compuestos sólo de proteínas y una clase específica de ácido nucleico o ADN”, (Audesirk, 1996).

El Camino hacia la Estructura del ADN

Una serie de hipótesis e investigaciones preliminares fueron fundamentales para dilucidar la estructura de la molécula del ADN y establecer su relación con la transmisión de características hereditarias, entre ellas tenemos:

- “El ADN, ya había sido aislado por primera vez en 1869 por el bioquímico Friedrich Miescher, en la misma década en la cual Darwin publicó *el origen de las especies*. La sustancia que Miescher aisló era blanca y azucarada, ligeramente ácida y contenía fósforo. Dado que la halló sólo en el núcleo de las células, la llamó “nucleína” nombre que luego se transformó en ácido nucleico y mucho después en ácido desoxirribonucleico (ADN), para distinguirlo de otro compuesto químico que también se encuentra en la célula, el ácido ribonucleico (ARN)”. (Curtis, 2001)
- Posteriormente en 1900, “las primeras investigaciones a nivel molecular se centraron fundamentalmente en dilucidar la estructura de las proteínas, pues los científicos creían que los genes eran proteínas; pensaban que los cromosomas contenían modelos maestros de todas las proteínas que podía necesitar una célula y que las enzimas y otras proteínas activas durante la vida celular, eran copiadas de estos modelos maestros. Esta era una hipótesis lógica, pero como lo demostraron las posteriores investigaciones que dilucidaron la estructura del ADN, era errónea”. (Curtis, 2001).
- Los científicos que estudiaron la herencia empezaron a centrar su atención en el ADN como material genético, uno de los experimentos más importantes fue el realizado a mediados de 1920 por el bacteriólogo Frederick Griffith, quien trato de obtener una vacuna contra la neumonía, “aunque no tuvo éxito, logró determinar dos variedades de *Streptococcus pneumoniae*, una variedad bacteriana con capsula de polisacáridos, y otra sin capsula o desnuda. Griffith, propuso la hipótesis que la capsula afecta la capacidad de las bacterias para causar la enfermedad, realizo cuatro experimentos con las dos variedades”. (Audersik, 1996)
- “En su primer experimento Griffith, inyectó bacterias encapsuladas vivas a ratones, los ratones murieron y en la sangre de estos se encontró numerosas bacterias encapsulas. En el segundo experimento inyectó la variedad desnuda a ratones y estos permanecieron saludables y no se encontraron bacterias en su sangre. En el tercer experimento este científico, calentó la variedad encapsulada a temperaturas elevadas, las bacterias murieron y luego las inyectó a los ratones, y como era de suponer, estos animales no padecieron la enfermedad. En el último experimento inyectó a los ratones, una mezcla de bacterias

encapsuladas muertas y bacterias desnudas vivas; aunque ninguna de estas causaba la neumonía, cuando eran inyectadas de manera independiente, su mezcla si causaba la enfermedad; los ratones además resultaban infectados de bacterias encapsuladas vivas, que podían reproducirse, muriendo así de neumonía. Una de las hipótesis era que las bacterias vivas habían adquirido moléculas de información genética proveniente de las bacterias muertas”. (Audersik, 1996)

- “En 1944 Avery, MacLeod y Mc Carty, cultivaron cepas de las mismas bacterias y lograron separar su ADN, tras eliminar, lípidos, proteínas y polisacáridos que forman su capsula. Luego inyectaron este ADN a los ratones, los cuales morían de neumonía; concluyen entonces, que el calor proporcionado a las bacterias había dejado intacto el ADN contenido de los cromosomas de éstas y por tanto deducen que esta molécula, es responsable de la transmisión de información de un individuo a otro, como en el caso de las bacterias y no son las proteínas como se pensaba hasta ese momento”. (Audersik, 1996)

El considerar las proteínas como las macromoléculas biológicas más importantes que debían realizar la función hereditaria fue una noción que obstaculizó el avance en el desarrollo de la estructura del gen; pues “las únicas macromoléculas con función biológica, que se conocían eran de naturaleza proteínica: las enzimas⁶, y no había pista alguna para considerar a los ácidos nucleicos como capaces de tal versatilidad”. (Barahona, 1992, p. 410)

- “Hay que destacar que métodos de la física, como las técnicas de rayos X empleados en la cristalografía⁷, permitieron a Max Perutz y John Kendrew comprender la composición química de las proteínas, la disposición de sus átomos y las fuerzas de enlaces entre estos, también deducir la estructura de una proteína como la hemoglobina y al químico Linus Pauling, determinar la estructura helicoidal de los aminoácidos que forman las

⁶ Las enzimas son proteínas que actúan sobre unas moléculas específicas denominadas sustratos que luego se convierten en moléculas diferentes llamados productos.

⁷ La cristalografía es un método que consiste en hacer incidir un haz de rayos X, sobre una muestra de material cromosómico; al analizar el patrón de los espectros emitidos y absorbidos, es posible deducir la forma de la molécula de ADN.

proteínas o modelo de alfa-hélice; estos estudios aportaron elementos fundamentales que dieron un rumbo distinto al trabajo de Watson y Crick”. (Barahona, 1992).

- El químico norteamericano Linus Pauling, experto en la estructura de moléculas orgánicas grandes, “había propuesto en 1950 que las cadenas de aminoácidos que componen las proteínas están dispuestas a menudo en forma de hélice y que se mantienen así, por puentes de hidrogeno entre los giros sucesivos de la hélice; él sugirió que la estructura del ADN podía ser semejante” (Curtis 2002, p. 355).
- También los avances en la química orgánica y analítica, ligados al avance tecnológico, permitieron describir la composición química del ADN con exactitud. “En 1920 el bioquímico Levene analizó los componentes del ADN y encontró que contenía cuatro bases nitrogenadas citosina y timina (pirimidinas), adenina y guanina (purinas); el azúcar desoxirribosa y un grupo fosfato. También demostró que se encontraban unidas en el orden: fosfato – azúcar – base, formando lo que denominó nucleótidos, sugirió que estos nucleótidos se encontraban unidos por los fosfatos, constituyendo la molécula completa (ADN) e incluso logró medir las proporciones totales de purinas y pirimidinas”. (Audesirk, 1996).
- “Estas técnicas, también le permitieron a Erwin Chargaff analizar las bases nitrogenadas del ADN y concluir que la cantidad de purinas no siempre se encontraba en proporciones iguales a las de las pirimidinas, contrariamente a lo que había propuesto Levene, además, calculó que la proporción era igual en todas las células de los individuos de una misma especie y que variaba de una especie a otra”. (Barahona, 1992).
- Otros “trabajos realizados por Griffith acerca de la teoría de la complementariedad”,... según “la cual la duplicación del ADN se basaba en la copia de un gen que actuaba como “negativo” mediante la complementariedad estereoquímica”, donde las bases nitrogenadas se atraían; “la guanina era atraída por la citosina y la adenina por la timina, lo cual coincidía con las equivalencias de Chargaff”, fueron esenciales para Watson y Crick. (Barahona, 1992, p. 409).
- También fueron trascendentales para los trabajos de Watson y Crick, las excelentes fotografías de rayos X tomadas por los ingleses Rosalind Franklin y Wilkings las cuales

mostraban patrones que reflejaban los giros de una hélice, es decir, el perfil helicoidal de la molécula, (Barahona, 1992).

Las investigaciones anteriormente descritas, indican que el ADN es la molécula de la herencia, que todas las células del cuerpo, a excepción de las células reproductoras contienen la misma cantidad de ADN y que además, la cantidad de citosina es la misma que de guanina y la cantidad de timina es igual a la de adenina. Nuevamente surgen otras preguntas ¿cuál es el significado biológico de la organización de la molécula de ADN?

- “En el momento en que el biólogo James Watson llega a trabajar con el físico Francis Crick, forman un equipo “no oficial” interesado en el ADN; Crick físico teórico con amplios estudios en cristalografía, se encuentra interesado en la alfa – hélice de Pauling”; “la curiosidad por las hélices, lleva a Crick a desarrollar una teoría cristalográfica helicoidal”(Barahona y Suarez 1992, p. 407). Los trabajos de Watson sobre el virus del mosaico del tabaco, sus trabajos en genética bacteriana, así como las lecturas de artículos bioquímicos; llevan a estos científicos a establecer una relación clave entre la estructura y las funciones del ADN, el ARN y las proteínas, (Barahona y Suárez, 1992, p. 407), es decir, que no se dedican al estudio exclusivo de las proteínas, como sus colegas, sino que centran su atención en el ADN y su relación con la transmisión de información hereditaria.

Con estas investigaciones se hacen evidentes dos aspectos fundamentales, en primer lugar que la visión de la naturaleza, predominante en cada época es la que incide en los cambios científicos y tecnológicos, de esta manera, las teorías científicas pueden determinar en muchas ocasiones el propio desarrollo tecnológico. (Barahona y Suarez 1992). Y en segundo lugar que el logro alcanzado por Watson y Crick no hubiera sido posible sin otras investigaciones preliminares, las cuales fueron imprescindibles para que estos científicos sintetizaran la estructura del ADN en un modelo, que coincidía tanto con las evidencias empíricas como con las necesidades funcionales o genéticas del ADN. (Barahona y Suarez 1992)

Estructura del ADN

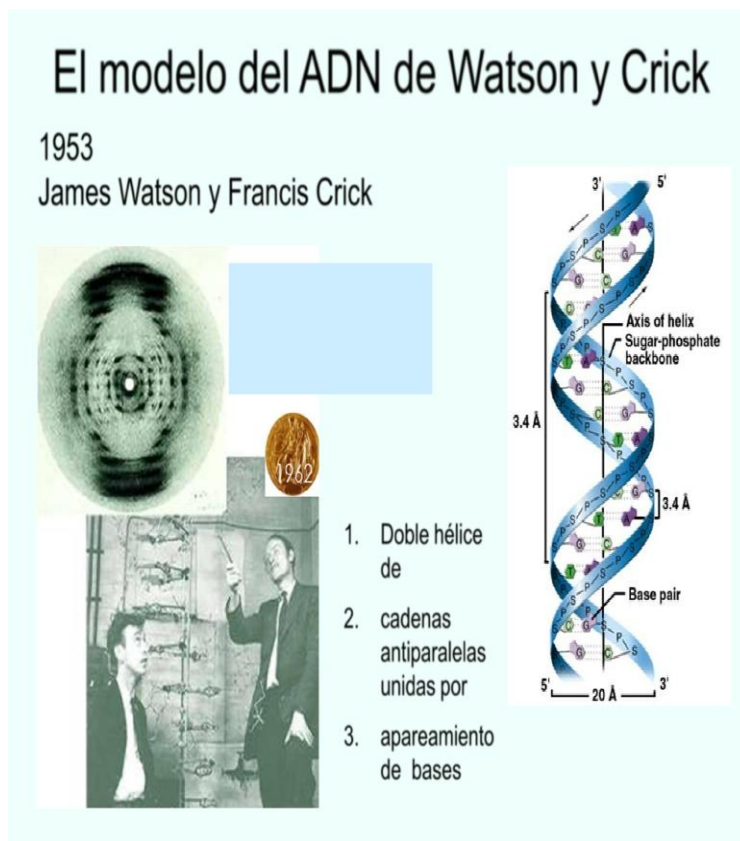
Watson y Crick reunieron toda la información disponible acerca del ADN, sabían que se trataba de una molécula grande que está compuesta de azúcares, grupos fosfato y cuatro bases, también sabían que las cantidades de adenina y timina son siempre iguales, a semejanza de las de guanina y citosina, sin embargo, había dudas en cuanto a cómo estaban dispuestos estos compuestos. “Sintetizaron las investigaciones sobre el ADN en un modelo que representa la teoría elaborada sobre cómo esta molécula puede contener toda la información genética de un organismo y de qué manera es duplicada para transmitir y conservar esa información a través de las generaciones. Demostrando así, que los modelos científicos se construyen mediante la acción conjunta de una comunidad científica, en herramientas de representación teórica del mundo, auxiliares para explicarlo, predecirlo y transformarlo” (Galagovsky y Adúriz, 2001).

“Construyeron entonces, un modelo de ADN en el que están unidas las dos cadenas de nucleótidos. Con alambre y estaño elaboraron un modelo en forma de escalera, en el que los soportes verticales son las partes de azúcar y fosfato de los nucleótidos, los escalones se componen de las bases nitrogenadas de los nucleótidos. Cada escalón contiene dos bases nitrogenadas que se mantienen unidas debido a los llamados puentes de hidrógeno, así son posibles dos tipos de enlaces: adenina con timina y guanina con citosina”. (Raymond, 2007).

“Los enlaces en la molécula de ADN son sólo entre purina y una pirimidina debido a su estructura química complementaria, es decir, que la estructura de la adenina le permite enlazarse sólo con la timina; lo mismo ocurre entre la guanina y la citosina”. (Raymond, 2007).

Cada base, de un par, puede estar en cualquiera de las dos cadenas de nucleótidos y la secuencia de pares de bases puede variar a lo largo de la molécula de ADN. “Las dos cadenas de nucleótidos están dispuestas en direcciones opuestas y se enrollan una alrededor de la otra para formar una hélice doble, ver figura 3; dicha torsión da por resultado depresiones en toda la

longitud de la molécula, llamadas surcos mayores y surcos menores, que desempeñan funciones en la activación de los genes”. (Raymond, 2007)



En la figura 3, se observa la fotografía de rayos X de una muestra de ADN, también los científicos Watson y Crick, a quienes se les atribuye el modelo de doble hélice de ADN y por último un esquema de la molécula de ADN.

El orden de las bases nitrogenadas constituye el código genético, la diferencia en tal orden es lo que distingue a una especie de otra; “el ADN es el compuesto del que se forman los genes, un gen, es una secuencia de nucleótidos en la molécula de ADN”, (Raymond, 2007), por tanto esta contiene todos los genes que determinan las características de un individuo, es decir sus rasgos hereditarios.

Ahora surge la pregunta ¿cómo se transmiten los genes a la descendencia cuando se reproduce una célula?; el modelo de Watson y Crick sugiere cómo podría ocurrir la duplicación del ADN. “Estos científicos plantearon la hipótesis de que cada cadena original de nucleótidos del ADN actúa como una plantilla o molde para la síntesis de una nueva cadena. En virtud de las reglas de emparejamiento de bases, los nuevos nucleótidos se colocan según la secuencia de bases de cada cadena original”. (Raymond, 2007)

“Una característica del material genético es que puede generar copias exactas de sí mismo. La duplicación del ADN se inicia cuando una proteína se enlaza con una sección del ADN de origen; luego una enzima empieza a desdoblar los puentes de hidrógeno entre las bases nitrogenadas, que mantiene unidas a las dos cadenas de nucleótidos y la doble hélice empieza a desenrollarse. Esto ocurre en varios sitios de la molécula del ADN; al separarse en ambas direcciones, una enzima (ADN polimerasa) se enlaza con cada una de las cadenas originales separadas y va uniendo nuevos nucleótidos, con los nucleótidos de la secuencia inicial. Los nuevos nucleótidos se enlazan, mediante emparejamiento de las bases en el mismo orden de la secuencia inicial, como resultado de ello, cada nueva secuencia es un complemento de una de las dos cadenas originales; es decir, que cada nueva molécula de ADN, se compone de una cadena original y otra nueva, y es una réplica de la molécula original”. (Raymond, 2007)

Al explicar la duplicación del ADN, es posible comprender que la información genética contenida en los genes y almacenada en los cromosomas puede pasar de una célula a otra y en general de los progenitores a los descendientes, siguiendo en la mayoría de los casos, las leyes del predominio y de la segregación independiente aportadas por Gregor Mendel hace ya, más de cien años.

Es necesario entonces, reconocer que fue en el laboratorio de Cavendish de la universidad de Cambridge y en el de King's College de Londres donde James Watson y Francis Crick, en la primera institución y Maurice Wilkins en la segunda, encontraron en 1953 la solución definitiva y, de paso, la gloria con el premio Nobel de Medicina en 1962. Este hecho partió en dos la

historia de la biología, muchos de los misterios de la vida, entre ellos la transmisión de rasgos hereditarios, hasta ese momento inexplicados, tuvieron la solución adecuada. Se había terminado de extender un hilo que iba de Brün a Cambridge, desde Mendel hasta Watson y Crick. “Mendel con sus leyes sigue vivo y fuerte tanto más cuanto que, gracias él y a partir de él, el universo biológico tiene unidad” (Guevara 2007)

El recorrido histórico descrito, permite establecer tres perspectivas desde la forma como los científicos y filósofos, se acercaban al estudio de los seres vivos, qué preguntas dirigieron sus investigaciones, y cuál fue la concepción elaborada acerca del fenómeno de la transmisión de rasgos hereditarios; aspectos que se presenta en un cuadro comparativo. (Ver anexo 1).

Elementos Epistemológicos y Ontológicos Identificados en el Recorrido Histórico

Al realizar un recorrido en el tiempo, para reconocer las explicaciones dadas al fenómeno de la transmisión de rasgos hereditarios se establecen tres perspectivas históricas que surgen a partir de los elementos epistemológicos y ontológicos que se logran evidenciar. En primer lugar a nivel epistemológico se identifican formas distintas de ver la naturaleza y de acercarse al estudio de lo vivo. En la perspectiva Pre mendeliana, los naturalistas antes del siglo XIX consideraban a los seres vivos como el resultado de la creación divina y que sus características físicas permanecían inmutables a través de las generaciones, por ello, no experimentaban con lo vivo, simplemente lo describían, lo clasificaban, es decir, daban cuenta de la diversidad de los seres en su ambiente natural desde la observación de sus características.

En la perspectiva Mendeliana sólo algunos naturalistas consideraban que al realizar experimentos de hibridación, era alterar los designios del creador, en tanto que, otros se atrevían a manipular lo vivo para mejorar las características de las especies de plantas, objeto de sus experimentos. Producto de esos trabajos es el aporte fundamental que el monje Gregor Mendel hace a la biología, puesto que convierte el estudio de lo vivo en una doctrina experimental al

aportar un nuevo método de investigación y al aplicar las leyes de la probabilidad en el análisis de los fenómenos de la herencia (Jackson 1972).

En la perspectiva Post mendeliana, a diferencia de las dos anteriores, es frecuente el análisis matemático y el uso de técnicas e instrumentos, así como la aplicación de teorías en las investigaciones biológicas. Así, a comienzos del siglo XIX las investigaciones en genética experimentaron una serie de cambios fundamentales, con los aportes de la teoría celular, la invención del microscopio, el análisis matemático aplicado al estudio de los seres vivos y la artificialización de las condiciones de los organismos para realizar experimentos de laboratorio.

En segundo lugar ese mismo recorrido histórico, permite a nivel ontológico reconocer las explicaciones dadas por científicos y filósofos al fenómeno de la transmisión de rasgos hereditarios e identificar algunas preguntas que movilizaron sus investigaciones. En la perspectiva Pre mendeliana, los naturalistas se ocupaban por revelar la formación del ser vivo y la transmisión de sus características, se preguntaban ¿qué aporta el padre o la madre para la formación de un nuevo ser?. Durante el siglo XVII predominó la idea que consideraba a las especies como invariables y que los nuevos individuos estaban ya creados en miniatura dentro del fluido del hombre o en el óvulo de la mujer; de tal forma que las características en los descendientes quedaba limitada a uno de los dos progenitores, pues tendrían rasgos que los hacían idénticos sólo a uno de ellos. Estas ideas no fueron suficientes para dar cuenta de las diferencias de rasgos entre individuos de la misma familia; naturalistas como Lamarck y Darwin que estudiaron las variaciones entre especies, no pudieron explicar esas variaciones y de su transmisión a los descendientes.

En la perspectiva Mendeliana los naturalistas se preguntaban ¿qué es lo que se transmite y de qué forma se transmite?; es con los trabajos de hibridación de plantas realizados por Mendel como se da una primera respuesta a esas inquietudes; pues establece las leyes de la herencia y se direccionan las investigaciones en genética, al hacerse evidente que la transmisión de características hereditarias está constituida por caracteres separables y que cada uno de estos

factores se expresa en sus descendientes en proporciones distintas, porque los factores pueden ser dominantes o recesivos.

En la perspectiva Post mendeliana los científicos del siglo XX, luego de reconocer los trabajos de Mendel y de concebir a los factores como el lugar donde reside la información de los rasgos hereditarios y con los avances en bioquímica, se preguntan ¿cuál es la estructura molecular del gen?, ¿cómo se duplica la información genética?. Gracias a los trabajos de Morgan y sus colaboradores fue posible relacionar las leyes de Mendel con los conocimientos relativos a los cromosomas; a los factores mendelianos se les atribuye una base material, es decir, se consideran como partículas⁸ dotadas de cierta individualidad y portadoras de caracteres específicos, los cuales podían ser localizados a lo largo de los cromosomas (Barahona 1992)

Fue a principios de la década de 1950 que se acumularon suficientes evidencias para determinar que el ADN era el material genético y que los genes eran las unidades de información de rasgos hereditarios; en 1953 James D. Watson y Francis H. Crick presentan la estructura y el modelo del ADN, sus investigaciones permitieron reconocer la especificidad de cada gen, la cual se debe a la secuencia constante de los nucleótidos, y que el ADN, y por consiguiente los genes, pueden duplicarse para mantener la continuidad de rasgos genéticos entre generaciones.

Hay que destacar aquí, un cambio en el estatuto ontológico del “material” al que se atribuye la transmisión de los rasgos hereditarios, si antes era considerado como un factor por Mendel, posteriormente como un segmento de cromosoma por Morgan, ahora era posible definirlo con los trabajos de Watson y Crick como aquella entidad capaz de producir una proteína con una función específica, lo que hoy es conocido como el gen.

⁸ Entendida la partícula como fragmento de cromosoma que aporta la información para la manifestación de un carácter.

El recorrido histórico permitió apreciar las explicaciones dadas a través del tiempo sobre la transmisión de rasgos hereditarios, propósito fundamental de esta investigación. Al concebir como ya se ha dicho, “que estas características ya estaban formadas dentro del individuo, luego al considerar que eran el resultado de la mezcla de óvulos y espermatozoides, por los naturalistas antes de Mendel, para luego admitir con los trabajos del monje, que las características hereditarias se transmitían de los progenitores a los descendientes, mediante unos factores que residían en la célula huevo y en la célula polen” (Newman 1968, p. 223). Para actualmente, con las investigaciones de Watson y Crick, admitir que la información genética que pasa de una generación a otra, está almacenada en una estructura material que reside en todas la células de cada ser vivo, la molécula de ADN.

De esta manera la historia de las ciencias resulta útil en la enseñanza de las mismas pues permite que el docente tenga una visión más clara del fenómeno desde sus aspectos ontológicos y epistemológicos por ejemplo desde de la perspectiva mendeliana, se resalta la frecuencia de aparición de caracteres visibles en los individuos, el uso de una simbología particular para identificar el aporte de los progenitores y la interpretación de las proporciones con que los caracteres aparecen en los descendientes, elementos que al ser incorporados en una propuesta de enseñanza intencionada introducen al estudiante en la comprensión del fenómeno y facilita los procesos argumentativos.

REFERENTES METODOLOGICOS Y PEDAGOGICOS DE LA PROPUESTA DE ENSEÑANZA

Los referentes metodológicos y pedagógicos de esta investigación, se dividen en tres aspectos fundamentales. Por un lado, las bases epistemológicas de la propuesta de enseñanza, centradas en la forma como el individuo conoce, como se concibe la ciencia y como se da la enseñanza en ciencias. Por otro, la perspectiva histórica en la enseñanza de la biología que permite realizar procesos de recontextualización de los fenómenos naturales. Finalmente, la importancia del discurso y su relación con los procesos argumentativos en la enseñanza de las ciencias.

Bases Epistemológicas de la Propuesta de Enseñanza

En primer lugar, hay que reconocer como afirma Vigostky, “que el conocimiento no es un objeto que pasa de una persona a otra, sino que es algo que se construye por medio de habilidades cognoscitivas como: observación, comparación, reflexión, predicción, entre otras, que se estimulan en la interacción social”. Vigostky (citado por Chavez, 2001) resalta, que el desarrollo intelectual del individuo no puede entenderse como independiente del medio social en el que está inmersa la persona, pues el aprendizaje se da primero en el plano social y después a nivel individual.

El fundamento epistemológico de la teoría de Vigostky indica, que el problema de conocimiento entre sujeto y objeto se resuelve a través de su relación dialógica, es decir, “que el conocimiento se da entre la persona que quiere conocer, la cual actúa mediada por la práctica social, sobre el objeto o realidad, transformándolo y transformándose a sí mismo” (Chavez, 2001); el ser humano al entrar en contacto con la cultura es decir con su familia, su entorno social, o con el contexto al que pertenece, debe apropiarse de los signos del lenguaje, para poder comunicarse y actuar sobre otros, y para posteriormente reflexionar y actuar sobre sí mismo; de esta manera el conocimiento y la comunicación son dos procesos inseparables.

La persona está inmersa en una cultura, integrada entre otros aspectos por saberes, creencias y valores. Es allí, donde construye sus conocimientos, desde la interacción con sus semejantes mediada por el lenguaje; hace uso intencional de los signos para comunicar sus ideas, necesidades, emociones y también para escuchar las de los otros. En esa interacción constante reflexiona, transforma sus ideas y aprende. De tal manera que el lenguaje como afirma Vigostky, “no sólo refleja el razonamiento en condiciones sociales, sino que constituye un medio para desarrollar el pensamiento, en este sentido es un medio para expresar y constituir la cognición”. (Vygotsky, 1978)

A través del siguiente ejemplo se puede evidenciar cómo se desarrolla el pensamiento mediante la interacción social: un niño repite la palabra amarillo y sólo la asocia con objetos de ese color, cuando observa a otras personas nominar como amarillos a otros objetos que cumplen con esa condición. El niño en este ejercicio demuestra habilidades cognitivas de observación, comparación y repetición que son estimuladas en su relación con sus padres o adultos, luego reflexiona e interioriza este signo (color amarillo), proceso que se hace evidente, cuando el niño es capaz, de manera individual, de identificar fácilmente objetos amarillos y también de determinar cuáles no cumplen con esta condición.

Teniendo en cuenta el ejemplo anterior, el niño aprendió el signo (color amarillo) establecido en el grupo social en el que se encuentra inmerso al interactuar con otras personas y hace uso del lenguaje para referirse a objetos con ese color. Situaciones como ésta, permiten visualizar, que la cultura, el lenguaje y el conocimiento están en una interrelación dinámica y constante

Por otra parte, en su relación con la naturaleza el ser humano indaga sobre los fenómenos que acontecen a su alrededor y en esa búsqueda de explicaciones las comunidades científicas, en determinados momentos históricos - culturales, desarrollan un lenguaje propio mediante el cual explican parte de esa “realidad natural”, haciendo uso de teorías, métodos y modelos, que se han transformado con los aportes de nuevos paradigmas, demostrando así que la ciencia es una actividad de la cultura en constante cambio.

Desde esta mirada, “la ciencia, es considerada como una de las formas más ampliamente aceptadas de legitimar nuevas realidades; que suministra un lenguaje especializado para explicar los fenómenos naturales, y que aporta además unos conocimientos para ver el mundo que nos rodea de manera diferente”. (Candela, 1999)

En otras palabras, la ciencia como actividad propia de una cultura, está en un continuo proceso de construcción de explicaciones a fenómenos naturales, las cuales se enmarcan en

concepciones de mundo propias de un contexto y de una época determinada. Así, para que surjan nuevas explicaciones es indispensable cambiar los modos de pensar frente al fenómeno o frente a las concepciones de mundo. De esta manera, la variedad de interpretaciones sobre los datos experimentales dependen de la postura epistemológica en que se encuentra la comunidad científica.

Por ejemplo, a comienzos del siglo XX, se creía que las proteínas como macromoléculas biológicas, eran las más importantes del organismo y que por lo tanto, debían realizar la función hereditaria, pues numerosas evidencias bioquímicas y fisicoquímicas parecían confirmarlo. “Sin embargo en 1944 Avery, MacLeod y McCarty, amplían la mirada sobre otras estructuras celulares para explicar el fenómeno, después de la revisión e implementación de varios experimentos, así como del uso de los avances en bioquímica, deducen que la molécula de ADN es la responsable de la transmisión de información de un individuo a otro”,(Audersik, 1996); aquí las proteínas dejan de ser el tema central y las nuevas investigaciones se enfocan en el ADN.

Ahora bien, al concebir la ciencia como proceso de construcción del conocimiento, en la enseñanza de la misma se pretende que los alumnos piensen sobre lo que saben acerca de su realidad natural, que confronten sus explicaciones con las de sus compañeros, con la información que les da el maestro u otros adultos y con lo que leen en los libros o reciben a través de otros medios de comunicación”..... “No se pretende que los alumnos lleguen a los conceptos como los entiende la ciencia, sino que cuestionen los significados que poseen para que los modifiquen y si es necesario cambien la forma de ver las cosas y de explicarse el fenómeno”. (Candela, 2001).

Aquí, el docente tiene un papel relevante como protagonista de la cultura y los alumnos son sujetos activos capaces de contribuir con sus intervenciones a la construcción del conocimiento compartido y el aula de clase, es el espacio social de interacción que permite a los alumnos la construcción de significados, en la medida, en que se les brinde la oportunidad de dar a conocer sus opiniones, explicaciones y argumentos, en torno a una situación particular.

La Perspectiva Histórica en la Enseñanza de la Biología

Mostrar los productos de la ciencia como ya elaborados, sin dar cuenta de los problemas que generó su construcción, cual ha sido su evolución, las dificultades, y mucho menos las limitaciones del conocimiento científico actual, es mostrar una imagen de ciencia lineal, es decir, como una actividad aproblemática y ahistórica de producción de los conocimientos científicos. Tradicionalmente, el docente de ciencias lleva al aula las teorías y conceptos de la actividad científica, de la manera como se muestra en los textos escolares, esto es, como productos acabados.

En cambio, al introducir la perspectiva histórica en la enseñanza de las ciencias, es posible entre otros aspectos, identificar la manera como el individuo se acerca al estudio de la naturaleza y en consecuencia a las diversas explicaciones que elabora acerca de los fenómenos biológicos. Así, por ejemplo, la biología fue modificando ontológica y epistemológica en su objeto de estudio así como sus métodos de investigación y de validación del conocimiento, pues, pasó de ser una simple contemplación de la naturaleza, una colección de ejemplares y una concepción filosófica del mundo, para luego, adquirir el estatus de ciencia al incorporar nuevas condiciones en la explicación de los fenómenos y en sus métodos de experimentación. Así mismo, al asumir esta dimensión histórica es posible entonces, desarrollar en los estudiantes el pensamiento crítico, al demostrar que no existe una sola y verdadera concepción de los fenómenos, sino que sus explicaciones cambian dependiendo de las transformaciones culturales y científicas.

El maestro para abordar la enseñanza de determinado fenómeno puede acudir a la historia y desde allí comprender qué hicieron los científicos, identificar sus preguntas y sus problemas, interpretar las explicaciones del fenómeno y a la vez identificar los cambios ontológicos y epistemológicos que se han dado a través del tiempo y desde esa interpretación, diseñar propuestas intencionadas de enseñanza.

Desde esta perspectiva, el docente realiza procesos de recontextualización de los saberes científicos, pues como afirma Ayala, “no se trata de encontrar el significado de un texto, ni de develar lo que los científicos concebían acerca del fenómeno, ni de esclarecer los obstáculos por los cuales diferentes teorías tienen dificultades en ser asimiladas. Se trata más bien de que el maestro establezca un diálogo con los autores, a través de los escritos analizados, con miras a construir una estructuración particular de la clase del fenómeno para abordado, es entonces, una construcción intencionada de propuestas de aula que intenta establecer relaciones del fenómeno con el conocimiento de los estudiantes desde una perspectiva pedagógica fundamentada”. (Ayala, 2006).

Como afirma Pérez (citado por Castillo 2008) “la recontextualización, es una actividad dialógica que busca reunir elementos para la construcción de explicaciones de un fenómeno, al poner en diálogo los contextos en los cuales se elaboran los productos de la actividad científica con los contextos donde se sitúa la actividad de enseñanza de las ciencias, aspectos que implican necesariamente integración de espacios de significación”.

Por tanto, en esta investigación, se examinaron las diferentes perspectivas, que a través del tiempo, han explicado la transmisión de rasgos hereditarios y se diseñó una propuesta de enseñanza que resultara significativa para los estudiantes, es decir, que les permitiera asociar los rasgos visibles en su familia, con los rasgos visibles en los experimentos de Mendel, y a la vez, posibilitara la reflexión, la discusión, y la elaboración de argumentos en el aula.

La perspectiva mendeliana en una propuesta de enseñanza

Luego de identificar algunas explicaciones sobre la transmisión de rasgos hereditarios en el recorrido histórico presentado, para diseñar una propuesta de enseñanza acerca del fenómeno, era importante que a través de ella, el estudiante tuviera la oportunidad de expresar sus ideas y

conocer las de sus compañeros, asociar el fenómeno con sus vivencias y poder construir sus propias explicaciones. Por lo general, un estudiante de grado decimo hace uso de lo aprendido a través de su experiencia personal, de la información que obtiene de los medios de comunicación y del contexto escolar, para dar cuenta del fenómeno en mención; por ello incluir en la propuesta de enseñanza elementos epistemológicos como los identificados en la perspectiva Pre mendeliana, específicamente aquellos que hacen alusión al preformismo, tendencia desvirtuada por la comunidad científica actual, resulta para los estudiantes erróneo.

Por otra parte, en cuanto a la perspectiva Post mendeliana, conceptos como gen, alelo, ADN, entre otros, que son fundamentales para comprender a nivel molecular el fenómeno de la transmisión de rasgos hereditarios, se requieren de estrategias muy específicas y posteriores a la aplicación de la propuesta diseñada en esta investigación; la cual pretende básicamente introducir al estudiante en el campo del conocimiento de la genética, al asociar sus vivencias con los trabajos de Gregor Mendel.

Es así como, desde los elementos epistemológicos y ontológicos identificados en la perspectiva Mendeliana, que se incorpora una mirada histórica en la propuesta de enseñanza; teniendo en cuenta además, que al estudiar cómo se heredan las características, según Piñero (2001), se puede hacer desde pedigríes o árboles familiares o al realizar cruza entre individuos que tienen caracteres diferentes. Por lo tanto se establecieron puntos de encuentro entre los trabajos de hibridación realizados por Mendel, con los ejercicios planteados a los estudiantes desde el análisis de su árbol genealógico familiar.

Para empezar, Mendel realizó cruzamientos con plantas de arveja donde observó entre otros caracteres, color de semilla y largo del tallo en varias generaciones de plantas; los estudiantes elaboraron el árbol genealógico familiar de las tres últimas generaciones para observar la manifestación de dos rasgos en particular, el color de ojos y el tipo de cabello. Mendel empleó letras mayúsculas y letras minúsculas para simbolizar los caracteres; respectivamente, a los

estudiantes se les solicitó que diseñarán símbolos para representar los rasgos observados en su familia.

La interpretación de los trabajos de hibridación le permitió a Mendel deducir la ley del predominio y la ley de la segregación independiente de los caracteres, que resultan de la frecuencia y de la expresión particular de cada carácter; los estudiantes debían indicar cuáles rasgos eran más frecuentes y cuáles eran menos frecuentes en las generaciones de su familia.

El ejercicio inicial de análisis del árbol genealógico de los estudiantes se presenta sin darles a conocer los trabajos de Mendel; luego de varios ejercicios que incluyen la interpretación de otros esquemas genealógicos y de diversas situaciones que se plantean alrededor de ellos, es que se les da a conocer a través de una lectura uno de sus experimentos de hibridación, donde se les solicita que elaboren símbolos para los caracteres observados por Mendel y una serie de preguntas de interpretación del experimento. Y se finaliza la aplicación de la propuesta con un ejercicio de discusión y consolidación de argumentos.

De esta manera es como se integra la perspectiva Mendeliana en una propuesta intencionada de enseñanza que permite a los estudiantes acercarse al estudio del fenómeno de manera diferente; al analizar y construir explicaciones a partir de situaciones familiares y de su contexto, es decir, en torno al parecido de los padres con los hijos y de establecer relaciones con los trabajos de hibridación de Mendel. Específicamente la propuesta reconoce las necesidades, los intereses y las vivencias del estudiante al identificar aspectos propios de su familia y vincularlos con los trabajos del monje, a la vez que propicia la observación, reflexión y análisis desde la interacción social en la clase de ciencias, fortaleciendo así los procesos argumentativos en los estudiantes.

Es de resaltar, que en esta propuesta se concibe “al educando como un ser activo, protagonista, reflexivo, producto de variadas interrelaciones sociales que ocurren en un contexto

histórico - cultural específico y que reconstruye el conocimiento con otros”. (Chávez 2001), y al docente como sujeto activo, encargado de propiciar retos y desafíos en los estudiantes, que sirve de apoyo estratégico, para inducirlos a significar sus explicaciones mediante el planteamiento de situaciones claves que permiten la discusión en el aula.

La Argumentación en la Enseñanza de las Ciencias

El discurso hace relación a un evento comunicativo, que se lleva a cabo en una situación y en un contexto específicos, como en el aula clase. Aquí, el lenguaje juega un papel fundamental y su análisis permite por un lado interpretar cómo los estudiantes explican determinados fenómenos de la naturaleza y por el otro, qué estructuras del lenguaje y qué términos propios de la ciencia emplean en la comunicación de sus ideas. Como afirma Van Dijk, “el enfoque de análisis del discurso consiste en abstraer la dimensión verbal o escrita de ese evento comunicativo para ser interpretado, para explicar las estructuras del texto y de la conversación tal como se produce, se interpreta y se utiliza en el contexto”. (Van Dijk 2003).

“En las clases de ciencias, y en la enseñanza en general, la expresión oral es decisiva, entre otras razones, porque la instrucción procede, en gran medida, a través del lenguaje hablado y porque el aprendizaje se demuestra también del mismo modo” (Jiménez y Bustamante 2003). Así, al propiciar en el aula la discusión y confrontación de ideas es posible que los estudiantes pueden construir, transformar y/o complejizar sus explicaciones frente a determinado fenómeno.

“Uno de los modos de organización que toma el discurso es la argumentación. Los argumentos son parte de la vida cotidiana y de la vida científica y tienen como característica central, que permiten relacionar datos y conclusiones, someter a debate las propias ideas y las de otros, producir razones para criticar, respaldar y refutar y se pueden expresar de manera oral o de forma escrita” (Martínez 2005). Desde este punto de vista, cobra relevancia especial la argumentación en la enseñanza de las ciencias, se hace necesario enseñar y aprender a

argumentar, tanto en el contexto de la clase a nivel oral, como en la elaboración de textos escritos que revelen, el uso apropiado del lenguaje para sustentar afirmaciones.

Así como afirma Toulmin, “la calidad de los procesos de enseñanza de las ciencias debe estar dirigida, no tanto a la exactitud con que se manejan los conceptos específicos, sino a las actitudes críticas con que los estudiantes aprenden a juzgar aún los conceptos expuestos por sus profesores, en este sentido es fundamental la enseñanza de procesos de razonamiento y argumentación. Desde esta perspectiva, el aprendizaje de las ciencias como argumentación indica, que para poder construir modelos, explicaciones del mundo natural y operar con ellas, los estudiantes necesitan, además de aprender significativamente los conceptos implicados, desarrollar la capacidad de escoger entre distintas explicaciones y de razonar los criterios que permiten evaluarlas”. (Jiménez y Bustamante, 2003)

Por todo lo anterior, es fundamental, que los estudiantes desarrollen su capacidad de argumentar y para alcanzar este objetivo, es necesario que “los docentes analicen cómo argumentan los alumnos, cómo se elaboran las explicaciones en el aula y explorar los procesos a través de los cuales se van construyendo significados en las clases de ciencias”, (Jiménez y Bustamante, 2003).

En consecuencia, la propuesta de enseñanza diseñada en esta investigación, plantea actividades que fortalecen en los estudiantes de grado décimo, habilidades del pensamiento⁹, conocimientos y competencias como: el razonamiento¹⁰, y la argumentación; al elaborar explicaciones a las situaciones planteadas y al construir justificaciones sobre un fenómeno en particular en interacción con sus compañeros.

⁹ La habilidad del pensamiento es entendida como la capacidad de desarrollar procesos mentales (observación, comparación, comunicación y análisis, entre otras) que permitan resolver situaciones o problemas.

¹⁰ El razonamiento es la capacidad para resolver problemas, extraer conclusiones y establecer relaciones causales.

Modelo Argumentativo de Toulmin

Para Stephen Toulmin (citado por Martínez, 2005), un argumento “es la secuencia de opiniones y razones encadenadas que, entre ellas, establecen el contenido y la posición, para la cual argumenta un hablante particular”. En su modelo argumentativo, pretende dar cuenta del razonamiento cotidiano al analizar los tipos de argumentos que se realizan en situaciones concretas de la vida diaria y a la vez reconocer la estructura de esos argumentos. “Este modelo brinda elementos para interpretar de manera adecuada el mensaje argumentativo, valorarlo e identificar en consecuencia los aspectos débiles, y fuertes del mismo, aporta además, los parámetros para analizar la estructura argumentativa”. (Lo Cascio 1998, p. 132).

Para Toulmin, un argumento tiene seis componentes: los tres primeros son los componentes básicos en toda argumentación: la *Conclusión*, los *Datos* y la *Garantía*; los otros tres son opcionales: *modalidad*, *reserva* y *fundamento*. (Martínez 2005, p. 131)

Los *Datos*, son “los elementos justificatorios que alegamos como base de la afirmación establecida” (Toulmin 2007, p.133) o las pruebas que se tienen para demostrar la conclusión.

Una *conclusión*, es un enunciado general que siempre está presente; corresponde a la tesis que se quiere probar y se infiere a partir de los datos expuestos o de la información dada” (Martínez 2005, p. 131), en palabras de Toulmin, “es la afirmación cuyo valor estamos tratando de establecer “(Toulmin, 2007, p.133).

Las *garantías o justificaciones*, son “los enunciados hipotéticos que funcionan a modo de puente” (Toulmin, 2007, p. 143), son reglas o principios implícitos y deducibles; que implican la conexión entre los hechos y la conclusión; a través de la garantía se busca compartir la ideología. (Martínez 2005).

Los *fundamentos* son los soportes que apoyan la garantía, en ellos se hace referencia a datos más particulares, con el fin de mostrar que los argumentos, responden a la verdad o por lo menos son aceptables e indican que la justificación, está vigente. El respaldo para las garantías puede expresarse en forma de enunciados categóricos sobre hechos (Toulmin 2007).

“La *modalización* manifiesta la fuerza o el grado de certeza acerca de lo declarado en el argumento; en la práctica, se encuentran más bien relaciones condicionales o probabilísticas, pues no hay verdades o grados de certeza absolutos, como ocurriría en las matemáticas. Para dar cuenta del grado de certeza se utilizan modalizadores, que pretenden anticiparse a la respuesta comprensiva del auditorio y sirven también para calificar la conclusión” (Martínez 2005, p. 132).

“La *reserva*, es el elemento que representa la restricción o la objeción de la conclusión a la que se quiere llegar”. (Martínez 2005, p. 132).

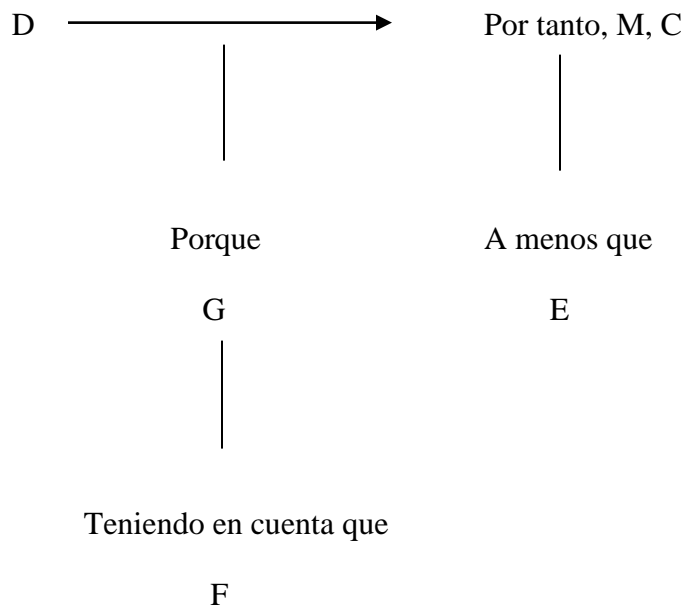
Según Toulmin, (citado por Lo Cascio 1998) un razonamiento es válido, si están presentes los tres elementos indispensables (dato, justificación, conclusión) y si la relación entre dato y conclusión está justificada de forma conveniente; la justificación es el elemento crucial de la validez de la argumentación, está ligada a la ideología y a áreas semánticas precisas, también depende de la forma en que es concretada.

Stephen Toulmin propone un esquema para describir la estructura de los argumentos y da cuenta de sus partes así:

Los calificativos o modalizadores (M) y las reservas o condiciones de excepción (E) son distintos de los datos y de las garantías, por lo que se les otorga un lugar separado en el esquema. De la misma forma que una garantía (G) es por definición algo diferente a un dato (D) o a una conclusión (C), puesto que por sí misma implica algo sobre D y C. de la misma forma M y E son por su propia naturaleza distintos de G, ya que suponen un

comentario implícito de la importancia de G; para dar ese paso, los modalizadores indican la fuerza conferida por la garantía; mientras que las condiciones de excepción (E) apuntan a las circunstancias en que la autoridad general de la garantía ha de dejarse a un lado. Para marcar estas distinciones, se escribe entonces el modalizador (M) justo al lado de la conclusión que matiza (C) y las condiciones excepcionales, que pueden hacer descartar o rechazar la conclusión justificada (E), justo debajo del modalizador (Toulmin 2007, p. 137).

Se puede también hacer sitio a un elemento adicional en el esquema del argumento, al ubicarlo debajo del enunciado de la garantía, al que sirve de respaldo (F) o fundamento en que se apoya la garantía, el esquema quedaría entonces así:



Esquema C: esquema de un argumento, tomado de Toulmin 2007, p. 141

La Propuesta de Enseñanza

La propuesta fue elaborada para abordar el fenómeno de la transmisión de rasgos hereditarios, la cual consta de cuatro actividades que fueron diseñadas y aplicadas de manera intencionada y consecutivamente, para fortalecer los procesos argumentativos en los estudiantes.

Cada actividad tiene un propósito particular, pero en general busca que los estudiantes a partir de su árbol genealógico familiar y de otros esquemas aportados, puedan discutir y construir argumentos que les permitiera dar cuenta de la transmisión de rasgos hereditarios.

Las cuatro actividades se desarrollaron de manera secuencial, una por cada sesión, donde los estudiantes fueron organizados en grupos de trabajo de cuatro o cinco compañeros; es de aclarar que en ningún momento de la aplicación de la propuesta las docentes hicieron explicación sobre el tema, su función fue principalmente diseñar, dirigir y propiciar las situaciones que permitieron a los estudiantes realizar el proceso planeado. Al final de cada sesión se hacía una plenaria dirigida por la docente, donde los estudiantes daban a conocer los análisis y las justificaciones elaboradas en las situaciones que lo requerían. El protocolo de cada una de las actividades aplicadas se describe en los anexos 3, 5, 7 y 9.

A continuación se describen cada una de las actividades: La primera actividad denominada *el árbol genealógico*, tiene como objetivo fundamental identificar y analizar los rasgos que se transmiten de padres a hijos, mediante la revisión de un árbol genealógico familiar por grupo. Consta de un esquema, el cual deben completar los estudiantes, al transcribir la información del árbol genealógico escogido como: nombre de abuelos, padres y hermanos y diseñar símbolos para indicar el color de ojos de cada persona; plantea tres preguntas abiertas con situaciones específicas donde los estudiantes puedan dar soluciones a las mismas. Ver anexo 2.

La segunda actividad denominada *Rasgos visibles y rasgos no visibles*, tiene como objetivo: identificar y analizar la probabilidad de transmisión de los rasgos en una familia particular. Consta de un esquema genealógico diseñado por las docentes, que aporta la misma información para todos los grupos; a partir de la cual los estudiantes deben: identificar los rasgos más frecuentes y los pocos frecuentes, diseñar símbolos para color de ojos y tipo de cabello para cada uno de los integrantes de la familia, y completar cuadros que permiten visualizar los rasgos de los descendientes y el aporte de ambos progenitores. También presenta cinco preguntas abiertas, con situaciones específicas donde los estudiantes puedan analizar e inferir en cada situación a partir de la información dada. Ver anexo 4.

La tercera actividad, denominada *¿Por qué unas características aparecen en una generación y en otras no?* tiene como objetivo: dar a conocer los experimentos de Gregor Mendel y propiciar en el estudiante la asociación de los resultados de estos trabajos, con el comportamiento de los rasgos en el árbol genealógico analizado en cada grupo y en el esquema de la familia Pérez Gil. La actividad consta de una lectura donde se describe el trabajo de Mendel y sus resultados, esto con el fin de que los estudiantes identifiquen los rasgos más frecuentes en sus experimentos, también se les solicita que diseñen símbolos, completen esquemas para algunas características de las plantas y respondan preguntas, con el fin de que establezcan relaciones con los ejercicios realizados en las actividades anteriores. Ver anexo 6

La cuarta actividad; *Manifestando argumentos*, tiene como propósito fortalecer en los grupos de estudiantes la elaboración de justificaciones a las situaciones presentadas, al expresar su posición con los datos y la conclusión que se aportan en cada texto, de tal manera, que se consolide un argumento en cada caso; la actividad fue diseñada con un grado mayor de complejidad, con el fin de que los estudiantes acudieran a relaciones, reflexiones y análisis realizados en las actividades anteriores, para que a través del lenguaje oral y escrito justificaran su posición y se completaran los argumentos. Ver anexo 8.

La actividad consta de cinco textos cortos con una afirmación que los acompaña; se solicita a los estudiantes que manifiesten su acuerdo o desacuerdo entre el texto y la afirmación, justificando las razones de su posición. De esta actividad se elaboraron cinco modelos, con textos iguales que variaban sólo en las afirmaciones que los acompañaban, sin embargo para el análisis de los resultados se tuvieron en cuenta tres grupos, que coincidieron con el mismo modelo. Ver anexo 10.

ASPECTOS METODOLOGICOS

Esta investigación, es de carácter etnográfico, empleó como técnicas de recolección de datos; el registro en vídeo de las intervenciones entre los estudiantes orientados por la docente y las guías desarrolladas en clase, para posteriormente realizar el análisis del lenguaje escrito presente en el grupo de estudio, la investigación se realizó en las siguientes fases:

En primer lugar, se elaboró el marco teórico para fundamentar conceptualmente y metodológicamente la propuesta de enseñanza y los instrumentos de recolección y análisis de la información, al realizar una revisión histórica de las explicaciones dadas al fenómeno de la transmisión de rasgos hereditarios; para el diseño de una propuesta que permitiera interpretar, categorizar e identificar las explicaciones que construyen los estudiantes durante las clases de biología.

En segundo lugar, se realizó la intervención en el aula con la propuesta de enseñanza y se recolectó la información. Posteriormente, se analizaron los textos elaborados por los estudiantes; al examinar el componente conceptual desde las perspectivas históricas establecidas, para identificar los términos que emplean y las explicaciones que dan al fenómeno de la transmisión de rasgos hereditarios, también se analizaron los escritos desde el modelo propuesto por Toulmin (2007) para identificar la estructura de los argumentos consolidados con los estudiantes. Y por último se elaboró el documento final de la investigación.

La población de estudio con la cual se realizó la investigación corresponde a estudiantes de grado décimo del colegio distrital Ofelia Uribe de Acosta, en la jornada de la tarde, ubicado en la localidad quinta – Usme de Bogotá; integrada por jóvenes y señoritas en edades comprendidas

entre los 15 y 18 años aproximadamente, que pertenecen a estratos socioeconómicos 1 y 2, un total de 72 estudiantes de los cursos 1001 y 1002 del año lectivo 2013. Se eligió este grado de escolaridad porque la temática se ajusta al plan de estudios de la institución.

Desde la consideración que plantean Edwards y Mercer, (citados por Candela 2006), de que el conocimiento se construye socialmente en la interacción con otros en el espacio del aula, se planearon y realizaron las actividades de clase en grupos de trabajo, libremente organizados por los estudiantes, con mínimo 3 y máximo 5 integrantes; se seleccionaron tres grupos de estudiantes, como estudios de caso, para el análisis de los argumentos escritos, teniendo en cuenta como criterios: que hubieran asistido a todas la sesiones, realizado todas las actividades asignadas y su participación en las discusiones, los grupos son: Grupo A (Luisa, Michell y Francy); Grupo D (Marlon, Camilo, José, Oscar y Diego); y Grupo E (Dayan, Diana, Daniela y Johana).

ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

Para comprender el análisis y la interpretación de los resultados es necesario establecer algunas consideraciones fundamentales:

En primer lugar, “el discurso puede analizarse desde diversos aspectos tales como: su estructura gramatical, los actos de habla y los diálogos cotidianos espontáneos”, (Van Dijk, 2003) También, los argumentos pueden ser analizados desde la forma como se argumenta eficazmente para convencer a un auditorio y lograr su aprobación. Así mismo, desde el modo como se produce la conducta racional en el discurso argumentativo, la relación que se da entre las argumentaciones con los contextos de acción en los que se realizan. Este último aspecto es de particular interés para esta investigación, pues se analiza el discurso argumentativo de los estudiantes de grado décimo en el contexto de la clase de Biología.

En segundo lugar, se realizó el análisis del discurso para identificar específicamente la estructura semántica de los argumentos, desde el modelo propuesto por Toulmin (2007). De tal manera que, permita deducir cómo argumentan los estudiantes en relación a la transmisión de rasgos hereditarios, qué elementos emplean en las discusiones y cómo los integran en una explicación de manera coherente y significativa.

En el análisis de la actividad cuatro se identifican los elementos de un argumento así: el dato es la información que aparece en cada enunciado y como conclusión la afirmación que acompaña a los datos y también aparece en los enunciados; la justificación es elaborada por los estudiantes a partir de los datos y las conclusiones suministradas. En esta actividad los fundamentos son los soportes que logra aportar el estudiante para fortalecer su justificación; la modalización puede identificarse con el uso de expresiones por parte del estudiante como:

probablemente, seguramente, tal vez, así parece, aparentemente, entre otras; la reserva es la justificación dada por los estudiantes, en la que manifiestan su oposición a la conclusión dada. En este trabajo, la validez de un argumento, se considera básicamente como la coherencia entre los datos y la conclusión suministrados, con la justificación elaborada por los estudiantes.

Mediante el siguiente ejemplo se muestra la estrecha relación entre las diferentes partes de un argumento, es decir, entre datos, conclusión, justificación, fundamentación, modalización y reserva; a los estudiantes de décimo se les presentó en clase de biología el texto siguiente: *A través de un árbol genealógico es posible observar los rasgos de los abuelos, padres e hijos, así como las variaciones que exhiben. Por lo tanto un rasgo puede considerarse como una característica presente solamente en una generación.*

Se les solicitó que por escrito manifestaran su acuerdo o desacuerdo con el texto, entonces en un grupo escribieron: *no, porque una característica va trascendiendo de generación en generación y los genes pueden ser dominantes o recesivos y esto hace que los genes heredados aparezcan en las otras generaciones.*

Siguiendo el modelo argumentativo de Toulmin, tenemos Dato (D): *A través de un árbol genealógico es posible observar los rasgos de los abuelos, padres e hijos, así como las variaciones que exhiben.*

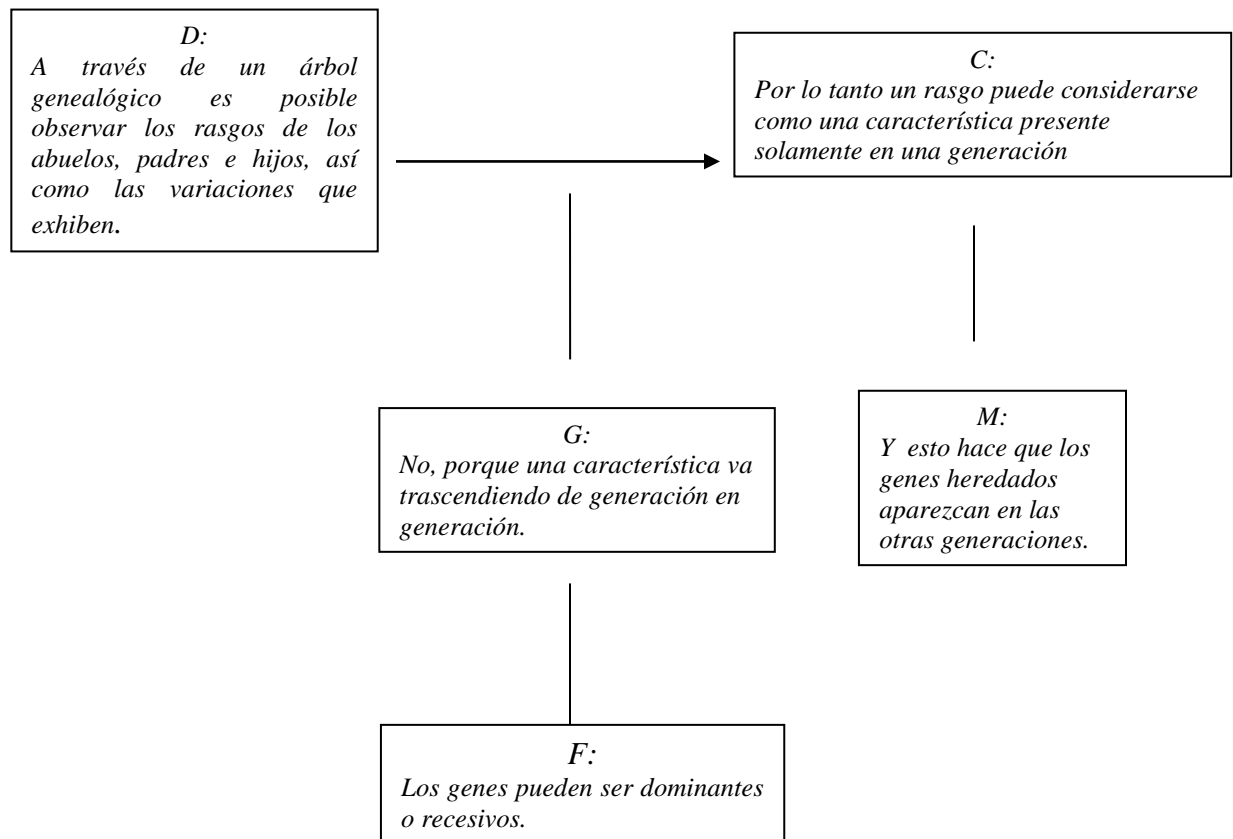
Conclusión (C): *Por lo tanto un rasgo puede considerarse como una característica presente solamente en una generación.* Justificación o garantía (G): *no, porque una característica va trascendiendo de generación en generación.*

Fundamentos o respaldos (F): *los genes pueden ser dominantes o recesivos.* El estudiante acude a otros datos para indicar que hay rasgos que aparecen con mayor frecuencia en una generaciones o rasgos dominantes y otros que aparecen con menor frecuencia o recesivos.

Modalización (M): *y esto hace que los genes heredados aparezcan en las otras generaciones.*
Aquí se manifiesta la probabilidad de aparición de los rasgos.

En el ejemplo presentado no aparece la reserva (E) como se ha dicho, este elemento del argumento es opcional. En términos generales el ejemplo cumple con los elementos básicos que debe tener un argumento pero carece de coherencia, pues la conclusión no es suficiente para dar cuenta de los datos y esto lo reconocen los estudiantes en la justificación y en la fundamentación que elaboran.

Representado el ejemplo anterior en el esquema propuesto por Toulmin, quedaría:



Se eligió el modelo argumentativo de Toulmin (2007), principalmente porque resulta de mucha utilidad para juzgar argumentaciones, para enseñar y aprender a argumentar (Lo Cascio, 1998) dado el carácter manipulable de las categorías presentes en él, facilitan la identificación de las partes constitutivas de un argumento. Desde esta investigación se demostrará lo pertinente que resulta el modelo de Toulmin para el análisis de argumentos elaborados por los estudiantes, y también para identificar en ellos la presencia y/o la ausencia de algunos de los componentes del modelo.

Como última consideración, de las actividades realizadas con los estudiantes de grado décimo se recogieron las guías desarrolladas en cada sesión; se transcribieron los textos escritos de las actividades 2 y 4, con el propósito de analizar el lenguaje desde el componente estructural y el componente conceptual. Es necesario aclarar que no se pretende con este análisis evaluar el nivel de comprensión alcanzado por parte de los estudiantes, sino de identificar la perspectiva histórica en sus explicaciones sobre el fenómeno discutido en clase. Para el análisis de los textos escritos a nivel estructural se empleó la sigla (*AE*), para la identificación conceptual la sigla (*IC*), y para juzgar la validez de cada argumento la sigla (*VA*); cuando falta coherencia en los elementos del argumento se indica con la sigla (*FC*) y cuando se da la coherencia, con la sigla (*CA*); se revisaron los textos escritos de tres grupos de estudiantes denominados como grupo A, D y E.

En el componente estructural de los textos escritos, se identificaron los elementos que forman un argumento según el modelo propuesto por Toulmin, de la siguiente manera: como *Dato* se identificó la información proporcionada por el texto (la aportada en la guía); se tuvo en cuenta como *Conclusión* la afirmación enunciada como complemento del texto (también aportada en la guía); como *Justificación* se tuvieron en cuenta las razones que sustentaban la conclusión (elaboradas por los estudiantes), como *Fundamentación* otros datos aportados por los grupos para fortalecer su justificación.

El componente conceptual, hace referencia a los términos y a las explicaciones que usan los estudiantes para dar cuenta del parecido de los hijos con los padres y como estas explicaciones se

acercan a las encontradas en el recorrido histórico realizado, que luego de éste, en esta investigación, se han agrupado en tres perspectivas y son consideradas como los marcos de referencia en éste análisis, entre ellas, están: la perspectiva Pre-mendeliana que consideraba que las características hereditarias ya estaban creadas en el nuevo ser en miniatura (preformismo) para otros eran el resultado de la mezcla de rasgos de ambos padres, (mezcla), y para otros el nuevo ser se iba desarrollando en el vientre materno (epigenismo). En la perspectiva Mendeliana, la transmisión de características estaba dada por factores separables (ley de la segregación independiente) las cuales podían ser dominantes o recesivas en los descendientes, dada su frecuencia de aparición (ley del predominio) y en la perspectiva Post- mendeliana, los factores elementales o genes tienen una base material en los cromosomas (teoría cromosómica de la herencia) y el ADN es la molécula que contiene la información genética (genética molecular).

Las actividades uno, dos y tres de la propuesta de enseñanza, como ya se ha dicho, se aplicaron con el propósito de que los estudiantes, analizaran el árbol genealógico familiar, lo relacionaran con otros esquemas genealógicos y con los trabajos de Mendel, diseñaran símbolos para identificar rasgos, completaran cuadros y establecieran los posibles rasgos en los descendientes, todo esto con el fin, de aportar elementos que les permitieran elaborar justificaciones, en las situaciones planteadas en la actividad cuatro.

Por tanto para el análisis se examinó la actividad cuatro “manifestando argumentos”; que corresponde a una serie de enunciados, acompañados de una afirmación, a partir de los cuales los estudiantes deberían establecer su posición; analizaremos únicamente los textos escritos de los grupos A, D y E, que coincidieron con el mismo modelo de actividad, en el anexo 10 se presentan las transcripciones de cada grupo.

Dado que las transcripciones orales resultaron muy semejantes a lo manifestado por escrito por los estudiantes, sólo se analizaron textos escritos; de la actividad cuatro manifestando argumentos para el análisis estructural y para el análisis del componente conceptual se examinaron las actividades dos y cuatro.

Se reitera que para el análisis, se identifican los grupos como: A, D, E, y se emplean las siglas (AE) para el análisis estructural, y (IC) para identificar el componente conceptual, como (VA) para indicar la validez de cada argumento: cuando falta coherencia en los elementos del argumento se indica con la sigla (FC) y cuando hay coherencia, con la sigla (CA).

Análisis de los Textos Escritos de la Actividad Dos

La actividad dos, plantea preguntas y solicita las respuestas de los estudiantes, desde el análisis del árbol genealógico familiar y de otros esquemas genealógicos. Por lo tanto, aquí no es posible realizar el análisis estructural de los textos; porque no cumplen con la estructura básica propuesta por Toulmin (2007), pero si permite realizar la identificación conceptual de las respuestas.

En la actividad, se proporciona un texto corto donde afirma qué es carácter, rasgo, genotipo y fenotipo, también aporta un esquema genealógico de la familia Pérez Gil, en sus tres últimas generaciones; y a partir de esto, se solicita a los grupos que contesten varias preguntas; a continuación se presentan algunas de ellas y la transcripción de los textos escritos, como respuesta a las mismas por parte de los estudiantes, así como la identificación conceptual respectiva.

Pregunta 3: Inés tiene cabello liso, sus padres presentan para el tipo de cabello los siguientes rasgos: Ana cabello ondulado, Pedro cabello liso ¿Qué sucedió con el rasgo cabello ondulado?

Grupo A: se perdió porque solo apareció en la primera generación. (IC): Conceptualmente se identifica con la perspectiva mendeliana, donde hay rasgos que no se manifiestan en algunas generaciones.

Grupo D: desaparece. (IC): Conceptualmente no es posible identificarlo en alguna perspectiva, pues el término por sí solo no aporta muchos elementos.

Grupo E: no fue dominante. (IC): Conceptualmente se identifica con la perspectiva mendeliana, donde hay rasgos que aparecen con mayor frecuencia que otros o dominantes, es decir, hace alusión a la ley del predominio.

Pregunta 4: Diana es de ojos verdes, sin embargo, Inés y Jaime son de ojos cafés, ¿qué sucedió para que Diana presente un color de ojos diferente al de sus padres?

Grupo A: heredó el color de ojos de sus abuelos y su ADN lo copió de sus abuelos. (IC): Conceptualmente se identifica con la perspectiva Mendeliana al indicar que hay rasgos que pasan de una generación a otra y con la Post mendeliana, pues los estudiantes asumen que el rasgo, color de ojos se transmite mediante el ADN, término que se vincula con la genética molecular.

Grupo D: que la información genética de sus abuelos se presenta en ella. (IC): Conceptualmente se identifica con la perspectiva Post mendeliana, pues la expresión información genética se vincula con la genética molecular.

Grupo E: lo que aconteció fue que el gen predominante volvió a aparecer en la tercera generación. (IC): Conceptualmente se identifica en dos perspectivas; con la Post mendeliana por el uso del término gen, que es vinculado con la teoría cromosómica de la herencia y también con la perspectiva Mendeliana al considerar la dominancia del gen en algunas generaciones, es decir, la ley del predominio.

Se solicita a los estudiantes que, a partir de los datos que aporta el esquema genealógico de la familia Pérez Gil y los conceptos dados en la introducción, contesten las siguientes preguntas:

Pregunta 5: ¿El cabello ondulado, es un rasgo que predomina o es un rasgo que puede ser ocultado por el cabello liso?

Grupo A: puede ser ocultado por el cabello liso por que el ondulado solo aparece en una persona y en una generación. (IC): Conceptualmente se identifica con la perspectiva Mendeliana porque hace referencia a que el rasgo cabello ondulado puede ser ocultado, es decir, que es recesivo.

Grupo D: es un rasgo que se oculta por el cabello liso. (IC): Conceptualmente se identifica con la perspectiva Mendeliana porque hace referencia a que hay rasgos que ocultan a otros, es decir, que hay rasgos dominantes.

Grupo E: es un rasgo que puede ser ocultado por el cabello liso. (IC): Conceptualmente se identifica con la perspectiva Mendeliana porque hace referencia a que hay rasgos que ocultan a otros, o ley del predominio.

Pregunta 8: Si por ejemplo, Santiago es de cabello liso y se casa con una mujer de cabello ondulado podrían sus hijos tener solamente el cabello ondulado

Grupo A: si porque en una generación de la familia de él, hubo cabello ondulado. (IC): Conceptualmente se identifica con la perspectiva mendeliana porque considera que los rasgos pasan de una generación a la siguiente.

Grupo D: eso depende si es dominante o no. (IC): Conceptualmente se identifica con la perspectiva mendeliana porque atribuye a unos rasgos la dominancia sobre otros

Grupo E: podría ser que todos salgan con el pelo liso, porque es el gen más dominante. (IC): Conceptualmente se identifica con dos perspectivas; con la post-mendeliana por el uno del término gen y con la Mendeliana al reconocer que hay genes dominantes.

Pregunta 9: Luego de lo analizado en el árbol genealógico de su familia y el de la familia Pérez Gil, explique cómo se adquieren las características semejantes en los integrantes de una familia.

Grupo A: por la genética tenemos el mismo tipo de ojos y cabello, de nuestras generaciones. (IC): Conceptualmente se identifica con la perspectiva Mendeliana, aunque emplea el término genética, se intuye que lo asocia con los rasgos que pasan de generación en generación.

Grupo D: se debe a las características de los alelos, si son o no dominantes. (IC): Conceptualmente se identifica con dos perspectivas con la Post-mendeliana por el término alelos que se vincula con la teoría cromosómica de la herencia y con la Mendeliana al admitir la ley del predominio.

Grupo E: las características genéticas se adquieren a partir del gen más dominante. (IC): Conceptualmente se identifica con dos perspectivas; con la Post-mendeliana por el término gen, que se vincula con la teoría cromosómica de la herencia y con la Mendeliana al admitir que hay genes dominantes.

En términos generales; la actividad dos permitió: que los estudiantes establecieran relaciones entre la frecuencia de los rasgos observados del árbol genealógico de la familia y en el esquema de la familia Pérez Gil; varios grupos emplean el término dominancia, para hacer referencia a rasgos más frecuentes, en algunas generaciones. También permitió desarrollar en los estudiantes el análisis pues debían relacionar los datos de la familia Pérez Gil con los datos de su familia. Conceptualmente, la mayoría de las respuestas de los estudiantes se identifican con la

perspectiva Mendeliana, aunque hay algunas que se identifican con la perspectiva Post mendeliana por el uso de términos como gen, ADN, alelos y genética; esto no es suficiente para indicar que los estudiantes tengan claro su significado. Se reitera que el propósito de esta investigación es identificar conceptualmente las explicaciones que los estudiantes elaboran sobre la transmisión de rasgos hereditarios desde las tres perspectivas establecidas y no de evaluar su nivel de comprensión. Al revisar comparativamente las respuestas de los grupos se evidencia que el grupo E se puede identificar en dos perspectivas, con mayor frecuencia que los grupos A y D, que se identificaron más con la perspectiva mendeliana, que se muestra en el cuadro comparativo del análisis de la actividad dos. Ver cuadro N° 2.

Cuadro N° 2 Cuadro Comparativo del Análisis de la Actividad Dos

Pregunta	Grupo	Respuesta	Identificación conceptual
Inés tiene cabello liso, sus padres presentan para el tipo de cabello los siguientes rasgos: Ana cabello ondulado, Pedro cabello liso ¿Qué sucedió con el rasgo cabello ondulado?	A	<i>Se perdió porque solo apareció en la primera generación.</i>	Perspectiva Mendeliana
	D	<i>Desaparece</i>	No identifica con ninguna perspectiva.
	E	<i>No fue dominante.</i>	Perspectiva Mendeliana
Diana es de ojos verdes, sin embargo, Inés y Jaime son de ojos cafés, ¿qué sucedió para que Diana presente un color de ojos diferente al de sus padres?	A	<i>Heredó el color de ojos de sus abuelos y su ADN lo copió de sus abuelos</i>	Perspectiva Mendeliana y Post mendeliana
	D	<i>Que la información genética de sus abuelos se presenta en ella</i>	Perspectiva Post mendeliana

	E	<i>Lo que aconteció fue que el gen predominante volvió a aparecer en la tercera generación</i>	Perspectiva Mendeliana
¿El cabello ondulado, es un rasgo que predomina o es un rasgo que puede ser ocultado por el cabello liso?	A	<i>Puede ser ocultado por el cabello liso por que el ondulado solo aparece en una persona y en una generación.</i>	Perspectiva Mendeliana
	D	<i>Es un rasgo que se oculta por el cabello liso</i>	Perspectiva Mendeliana
	E	<i>Es un rasgo que puede ser ocultado por el cabello liso</i>	Perspectiva Mendeliana
Si por ejemplo, Santiago es de cabello liso y se casa con una mujer de cabello ondulado podrían sus hijos tener solamente el cabello ondulado	A	<i>Si porque en una generación de la familia de él, hubo cabello ondulado</i>	Perspectiva Mendeliana
	D	<i>Eso depende si es dominante o no.</i>	Perspectiva Mendeliana
	E	<i>Podría ser que todos salgan con el pelo liso, porque es el gen más dominante.</i>	Perspectiva Mendeliana y Post mendeliana
Luego de lo analizado en el árbol genealógico de su familia y el de la familia Pérez Gil,	A	<i>Por la genética tenemos el mismo tipo de ojos y cabello, de nuestras</i>	Perspectiva Mendeliana

explique cómo se adquieren las características semejantes en los integrantes de una familia.		<i>generaciones.</i>	
	D	<i>Se debe a las características de los alelos, si son o no dominantes.</i>	Perspectiva Mendeliana y Post mendeliana
	E	<i>Las características genéticas se adquieren a partir del gen más dominante</i>	Perspectiva Mendeliana y Post mendeliana

En el cuadro N° 2 se comparan las respuestas dadas por los grupos en la actividad dos y se ubican conceptualmente en las perspectivas establecidas.

Análisis de los textos escritos de la actividad cuatro

Enunciado 1: A través de un árbol genealógico es posible observar los rasgos de abuelos, padres e hijos, así como las variaciones que exhiben. Por lo tanto un rasgo puede considerarse como: una característica propia de los seres de una misma especie

Grupo A: *si estoy de acuerdo porque todos los seres de la misma especie tienen el mismo parentesco*

(AE): El grupo A manifiesta: *si estoy de acuerdo* y lo justifica con la información que le proporciona el texto *porque todos los seres de la misma especie tienen el mismo parentesco*. La estructura textual del argumento se completa al aportar la justificación, es decir, es de dato – conclusión – justificación.

(IC): Conceptualmente se acerca a la perspectiva Mendeliana, se intuye aquí que los estudiantes asumen, que en los individuos de la misma especie existe algo que determina sus rasgos y que el parentesco se da por el parecido entre padres e hijos.

(VA): la coherencia entre el dato, la conclusión y la justificación no se da porque la justificación no niega la incoherencia que se da entre el dato y la conclusión; la justificación en sí misma no es suficiente para dar cuenta de que un rasgo no determina una especie, aquí el argumento carece de validez.

Grupo D: *no es la mejor definición debido a que se pueden observar rasgos con un árbol genealógico, es en la familia en la que se pueden observar sus características a medida que pasa el tiempo.*

(AE): El grupo D, manifiesta: *no es la mejor definición, justifica, debido a que se pueden observar rasgos con un árbol genealógico, y fundamenta su respuesta en los datos que aporta el árbol genealógico es en la familia en la que se pueden observar sus características a medida que pasa el tiempo.* La estructura textual del argumento que se evidencia es dato – conclusión-justificación - fundamentación. (IC): Conceptualmente se acerca a la perspectiva Mendeliana, porque aquí los estudiantes consideran que los rasgos específicos son propios de individuos de la misma familia que pasan de generación en generación.

(VA): El argumento carece de validez porque no hay coherencia entre el dato y la conclusión, pues un rasgo no permite diferenciar entre seres de diferente especie; llama la atención que aquí los estudiantes logran identificar esa incoherencia, manifiestan su desacuerdo, que justifican y fundamentan de manera adecuada; al indicar que el rasgo es una característica propia de individuos de la misma familia.

Grupo E: *de acuerdo porque un rasgo es definido como tipo de cabello, color de ojos o piel según su especie.*

(AE): El grupo E, manifiesta: *de acuerdo* justifica que un rasgo determina una característica física según la especie y da ejemplos *porque un rasgo es definido como tipo de cabello, color de*

ojos o piel según su especie. La estructural textual es la básica para un argumento, es decir, dato – conclusión - justificación. (IC): Conceptualmente se acerca a la perspectiva Mendeliana, para el grupo: un rasgo es una característica propia de la especie que se trasmite de una generación a otra.

(VA): El argumento carece de validez porque no hay coherencia entre el dato y la conclusión, el grupo no logra identificar esa incoherencia, sin embargo demuestra claridad en el concepto de rasgo.

Enunciado 2: El término adecuado para nombrar un rasgo que aparece con mayor frecuencia en las diferentes generaciones de una misma familia es rasgo dominante

Grupo A: *si porque así se llama a los rasgos que parecen en todas las generaciones o con mayor frecuencia pues se llaman dominantes*

(AE): El grupo A, manifiesta: *si* y tiene en cuenta el dato que le aporta el texto y establece su justificación: *porque así se llama a los rasgos que parecen en todas las generaciones o con mayor frecuencia pues se llaman dominantes.* El grupo completa la estructura básica del argumento. (IC): Conceptualmente se identifica la perspectiva Mendeliana al considerar el rasgo dominante por su mayor frecuencia de aparición.

(VA): hay coherencia entre el dato, la conclusión y la justificación, por lo tanto el argumento es considerado como valido. Los estudiantes asocian el rasgo dominante como un característica que aparecen en todas las generaciones.

Grupo D: *el rasgo dominante es los ojos cafés porque tiene más frecuencia en la familia.*

(AE): El grupo D, justifica haciendo alusión a lo observado en el árbol genealógico de un integrante del grupo en el que el rasgo más frecuente eran los ojos cafés: *es los ojos cafés porque tiene más frecuencia en la familia.* Se completa la estructura básica del argumento: dato-conclusión – justificación. (IC): Se identifica conceptualmente con la perspectiva Mendeliana porque hace alusión a la frecuencia de un rasgo.

(VA): hay coherencia entre el dato, la conclusión y la justificación, por lo tanto el argumento es considerado como valido. El grupo establece su justificación desde los análisis realizados en las actividades anteriores, porque emplean un rasgo identificado en el árbol genealógico de la familia de alguno de los integrantes.

Grupo E: *de acuerdo porque en la información genética hay rasgos que ocultan a otros, a los que más se presentan son llamados dominantes.*

(AE): El grupo E, justifica haciendo alusión a que los rasgos son parte de la información genética: *de acuerdo... hay rasgos que ocultan a otros, a los que más se presentan son llamados dominantes.* Completan la estructura del argumento: dato- conclusión – justificación. (IC): Conceptualmente se identifica con la perspectiva Post-mendeliana por el uso de la expresión información genética y con la perspectiva Mendeliana al considerar la ley del predominio.

(VA): hay coherencia entre el dato, la conclusión y la justificación, por lo tanto el argumento es considerado como valido. Hay que destacar que en la justificación elaborada por este grupo, se acude a un contraejemplo de dominancia como es el concepto de recesividad y además emplea términos que permiten intuir una explicación más elaborada del fenómeno.

Enunciado 3: En una familia puede suceder que algunos rasgos se presenten en una generación y en otras no, esto se debe a que hay genes que desaparecen y vuelven a aparecer

Grupo A: *si hay genes que desaparecen y vuelven a aparecer por ejemplo cuando en un hijo se muestran rasgos de los abuelos y no de los padres.*

(AE): El grupo A, manifiesta *si*, y justifica a través de un ejemplo: *cuando en un hijo se muestran rasgos de los abuelos y no de los padres*, posiblemente acude a lo observado en los árboles genealógicos trabajados en clase. Completan la estructura básica del argumento. (IC): Se identifica conceptualmente con la perspectiva mendeliana por la presencia de rasgos de los abuelos en los nietos.

(VA): hay coherencia entre el dato, la conclusión y la justificación, por lo tanto el argumento es considerado como valido. Aquí los estudiantes muestran comprensión del fenómeno y logra aportar ejemplos de su contexto.

Grupo D: *el rasgo que desaparece y vuelve a aparecer es los ojos de color verdes que vuelve a aparecer en mis primos.*

(AE): El grupo D, justifica a través de un ejemplo a partir de un rasgo que observó en el árbol genealógico de su familia: *es los ojos de color verdes que vuelve a aparecer en mis primos.* Completan la estructura del argumento: datos- conclusión- justificación. (IC): Se intuye que el rasgo ojos verdes no está en los padres, sino en los abuelos, por ello se asocia con la perspectiva mendeliana, al ocurrir que hay rasgos que aparecen en una generación y en otras no.

(VA): hay coherencia entre el dato, la conclusión y la justificación, por lo tanto el argumento es considerado como valido. Aquí los estudiantes muestran comprensión del fenómeno y logran aportar ejemplos de su árbol genealógico, sin embargo se muestra dificultad a la hora de manifestar sus ideas.

Grupo E: *De acuerdo porque hay rasgos recesivos que son ocultados por el dominante y en algunos casos el recesivo es reflejado.*

(AE): El grupo E, manifiesta: *de acuerdo* y justifica *porque hay rasgos recesivos que son ocultados por el dominante; luego fundamenta y en algunos casos el recesivo es reflejado.* La estructura del argumento es: dato – conclusión – justificación- fundamentación. (IC): Conceptualmente se identifica con la perspectiva Mendeliana que habla de rasgos recesivos que son ocultados por los rasgos dominantes y que sólo aparecen en algunas generaciones, es decir, hace alusión a la ley del predominio.

(VA): hay coherencia entre el dato, la conclusión y la justificación, por lo tanto el argumento es considerado como valido. Aquí los estudiantes muestran comprensión del fenómeno y lo explican empleando términos del lenguaje cotidiano que les permiten expresar con claridad sus ideas.

Enunciado 4: Las características semejantes en los integrantes de una familia pasan de generación en generación, debido a que se adquieren por las características de los abuelos

Grupo A: *no precisamente con los abuelos, también con los bisabuelos o familia antepasada aunque se podría decir que en una generación presente sean los nombrados.*

(AE): El grupo A, manifiesta: *no precisamente con los abuelos*, y justifica que las características de una familia pasan por más de una generación, *también con los bisabuelos o familia antepasada...* Completan la estructura básica del argumento. (IC): Conceptualmente no hay claridad en la explicación de cómo se transmiten los rasgos de generación en generación, la justificación no fue posible identificarla con alguna perspectiva.

(VA): los estudiantes no logran identificar la incoherencia entre el dato, la conclusión presentadas, y en la justificación tampoco hay claridad en lo manifestado en ella.

Grupo D: *si estoy de acuerdo porque la genética que pasa de generación en generación en mi familia son los ojos cafés oscuros porque mi abuelo y abuela tiene ese color de ojos y pasa por toda la familia.*

(AE): el grupo D, manifiesta: *si estoy de acuerdo*, justifica *porque la genética que pasa de generación en generación* y fundamenta al mencionar un rasgo presente en su familia *en mi familia son los ojos cafés oscuros porque mi abuelo y abuela tiene ese color de ojos y pasa por toda la familia.* La estructura del argumento es dato- conclusión- justificación – fundamentación. (IC): Conceptualmente se identifica con la perspectiva Post- mendeliana al emplear el término genética para designar el rasgo color de ojos, aquí la palabra genética hace alusión a una estructura material que pasa de generación en generación.

(VA): hay coherencia entre los elementos básicos de un argumento y además aportan otro elemento, la fundamentación, de manera coherente; por lo tanto el argumento es considerado

como valido. Aquí los estudiantes muestran comprensión del fenómeno, se intuye que hay una partícula material que contiene la información genética, la cual pasa de generación en generación.

Grupo E: *si porque debo tener una información genética principal para ser transmitida de generación en generación.*

(AE): El grupo E, manifiesta: *si* y justifica *porque debo tener una información genética principal para ser transmitida de generación en generación*. Se completa la estructura básica del argumento, es decir, dato - conclusión - justificación. (IC): Conceptualmente se identifica con la perspectiva Post-mendeliana por el uso de la expresión información genética, expresión que se vincula a la genética molecular.

(VA): hay coherencia entre el dato, la conclusión y la justificación, por lo tanto el argumento es considerado como valido. Aquí se intuye que los estudiantes están asociando *información genética principal* con rasgos dominantes.

Enunciado 5: Teniendo en cuenta que el fenotipo se refiere a los rasgos observables de un individuo, podríamos decir que el genotipo de ese mismo individuo corresponde a los rasgos de sus antecesores (abuelos y padres)

Grupo A: *porque las características de nosotros los seres vivos vienen de los abuelos y de los padres*

(AE): El grupo A, justifica al utilizar los datos suministrados por el texto: *porque las características de nosotros los seres vivos vienen de los abuelos y de los padres*. Completan la estructura básica el argumento. (IC): la justificación no es muy específica, por lo tanto no se logra identificar con una perspectiva en particular.

(VA): La justificación dada por el grupo no es coherente con el dato y la conclusión aportados, pues se intuye que los estudiantes no comprendieron el texto y por lo tanto el argumento carece de validez.

Grupo D: *no porque el genotipo son los genes que el individuo tiene dentro de sí*

(AE): El grupo D, manifiesta su desacuerdo y justifica: *el genotipo son los genes que el individuo tiene dentro de sí*. Completan la estructura básica el argumento. (IC): Conceptualmente se identifica con la perspectiva Post- mendeliana pues el término genes se vincula con la teoría cromosómica de la herencia, como una estructura material que está dentro de las células de un individuo.

(VA): hay coherencia entre los elementos básicos del argumento, los estudiantes manifiestan su desacuerdo con la conclusión, pero la justificación resulta coherente con los otros elementos del argumento, ésta muestra la comprensión del fenómeno; por lo tanto el argumento es considerado como válido.

Grupo E: *de acuerdo porque aunque no se refleje el rasgo sirve en su información genética*

(AE): El grupo E, manifiesta su acuerdo y justifica que: aunque el genotipo hace relación a rasgos que no se ven, está en la información genética del individuo. Completan la estructura básica el argumento. (IC): Conceptualmente se identifica con la perspectiva Post-mendeliana pues la expresión información genética se vincula con la genética molecular.

(VA): hay coherencia entre el dato, la conclusión y la justificación, por lo tanto el argumento es considerado como válido. Los estudiantes emplean términos del lenguaje cotidiano en la justificación y a través de ella se evidencia la comprensión del fenómeno.

En términos generales los grupos en la actividad cuatro, demuestran capacidad para elaborar justificaciones coherentes de tal manera que a través del ejercicio fue posible elaborar argumentos. Al comparar las justificaciones elaboradas por los grupos se encuentra un mayor nivel de elaboración de la concepción del fenómeno de la transmisión de rasgos hereditarios en

los estudiantes del grupo E, pues la mayoría de sus justificaciones se identificaron con las perspectivas mendelianas y post mendelianas. En tanto que el grupo A presentó más dificultad en la expresión de sus ideas, lo que se evidencia en las justificaciones elaboradas. Los grupos se identifican más con la perspectiva mendeliana, dando a entender que la propuesta fortalece la asociación de los rasgos familiares con los resultados de los trabajos de Mendel. Ver cuadro N° 3

Cuadro N° 3 Cuadro Comparativo del Análisis de la Actividad Cuatro

Enunciado	Grupo	Análisis estructural	Identificación conceptual	Validez del argumento.
1. A través de un árbol genealógico es posible observar los rasgos de abuelos, padres e hijos, así como las variaciones que exhiben. Por lo tanto un rasgo puede considerarse como: una característica propia de los seres de una misma especie	A	Dato conclusión justificación	Perspectiva Mendeliana	(FC); los estudiantes no identificar, la incoherencia entre el dato y la conclusión aportados.
	D	Dato conclusión justificación fundamentación	Perspectiva mendeliana.	(FC) los estudiantes no logran identificar la incoherencia entre el dato y la conclusión, manifiestan desacuerdo, justifican y fundamentan de manera adecuada.
	E	Dato conclusión justificación	Perspectiva mendeliana.	(FC), los estudiantes no logran identificar la incoherencia entre el dato y la conclusión, sin embargo a través de ejemplos emplean adecuadamente el termino rasgo
2. El término adecuado para nombrar un rasgo que aparece con mayor frecuencia en las diferentes	A	Dato conclusión justificación	Perspectiva mendeliana	(CA) hay coherencia entre los elementos del argumento. Asocian el rasgo dominante como una característica que aparece en

generaciones de una misma familia es rasgo dominante				todas las generaciones.
	D	Dato conclusión justificación	Perspectiva mendeliana	(CA) hay coherencia entre los elementos del argumento. El grupo establece la justificación desde los análisis realizados en las actividades anteriores, porque emplean un rasgo identificado en el árbol genealógico de la familia, de alguno de los estudiantes.
	E	Dato conclusión justificación	Perspectiva mendeliana Perspectiva Post mendeliana	(CA) hay coherencia entre los elementos del argumento. Los estudiantes emplean contraejemplos y emplean términos que permiten intuir una justificación más elaborada.
3. En una familia puede suceder que algunos rasgos se presenten en una generación y en otras no, esto se debe a que hay genes que desaparecen y vuelven a aparecer	A	Dato conclusión justificación	Perspectiva mendeliana	(CA) hay coherencia entre los elementos del argumento. Aquí los estudiantes muestran comprensión del fenómeno y logran aportar ejemplos de su contexto.
	D	Datos Conclusión Justificación.	Perspectiva mendeliana	(CA) hay coherencia entre los elementos del argumento. Los estudiantes tienen comprensión del fenómeno, pero muestran dificultad en el manejo del lenguaje para expresar sus ideas.
	E	Dato conclusión justificación Fundamentac	Perspectiva mendeliana	(CA) hay coherencia entre los elementos del argumento. Los estudiantes muestran comprensión del fenómeno y lo explican

		ión		empleando términos del lenguaje cotidiano que les permite expresar con claridad sus ideas.
4. Las características semejantes en los integrantes de una familia pasan de generación en generación, debido a que se adquieren por las características de los abuelos	A	Dato conclusión justificación	No se identifica ninguna perspectiva.	(FC); los estudiantes no identifican, la incoherencia entre el dato y la conclusión aportados. En la justificación tampoco hay claridad.
	D	Dato conclusión justificación Fundamentación	Perspectiva Post mendeliana	(CA) hay coherencia entre los elementos básicos del argumento y además aportan la fundamentación de manera coherente. Muestran comprensión del fenómeno, se intuye que hay una partícula material que contiene la información genética la cual <i>pasa</i> como indican, de generación en generación.
	E	Dato conclusión justificación	Perspectiva Post mendeliana.	(CA) hay coherencia entre los elementos básicos del argumento. Se intuye que los estudiantes están asociando la expresión <i>información genética principal</i> con rasgos dominantes.
5. Teniendo en cuenta que el fenotipo se refiere a los rasgos observables de un individuo, podríamos decir que el genotipo de ese mismo individuo	A	Dato conclusión justificación	No se identifica ninguna perspectiva.	(FC); la justificación dada por el grupo no es coherente con el dato y la conclusión aportados. Se intuye que los estudiantes no comprendieron el texto y por tanto la justificación no corresponde.

corresponde a los rasgos de sus antecesores (abuelos y padres)	D	Dato conclusión justificación	Perspectiva Post mendeliana.	(CA): hay coherencia entre los elementos básicos del argumento, los estudiantes manifiestan desacuerdo con la conclusión. La justificación que aportan resulta coherente con los otros elementos del argumento, y muestra comprensión del fenómeno.
	E	Dato conclusión justificación	Perspectiva Post mendeliana	(CA): hay coherencia entre los elementos básicos del argumento. Emplean términos del lenguaje cotidiano, donde se evidencia la comprensión del fenómeno.

En el cuadro N° 3 se presenta el análisis de la actividad cuatro, se puede apreciar en detalle el componente estructural de los argumentos, el componente conceptual y la validez de cada justificación elaborada, por los tres grupos de estudiantes en los enunciados presentados.

En síntesis, de las actividades analizadas se puede decir que:

Las actividades permitieron que los estudiantes establecieran relaciones, entre la frecuencia de los rasgos observados del árbol genealógico de la familia, con otros esquemas; fortalecieron habilidades de pensamiento y competencias comunicativas y argumentativas, por ejemplo al elaborar repuestas a las preguntas dadas (actividad dos) y al establecer su posición mediante justificaciones (actividad cuatro).

Conceptualmente, se identifica en la mayoría de los grupos analizados, la perspectiva Mendeliana, aunque hay algunos casos donde se identifican la perspectiva Post mendeliana por el uso de términos como gen, ADN, alelos y genética, lo que indica mayor variedad léxica en algunos estudiantes, que aunque no tengan claro el significado, ni los conceptos, logran asociarlos con el fenómeno de la transmisión de rasgos hereditarios.

Comparativamente las respuestas y justificaciones del grupo E se identifican con dos perspectivas: mendeliana y post mendeliana, en relación con los grupos A y D, que se identifican más con la perspectiva mendeliana.

CONCLUSIONES

Las reflexiones finales del trabajo son presentadas como respuesta a las preguntas planteadas en esta investigación.

¿Qué aportes hace la historia de la transmisión de rasgos hereditarios para la consolidación de una propuesta de enseñanza que permita fortalecer la argumentación en el aula?

Al realizar un recorrido histórico en torno a la transmisión de rasgos hereditarios fue posible evidenciar concepciones y aspectos ontológicos y epistemológicos que se traducen en: diferentes visiones de la naturaleza, formas distintas de estudiar lo vivo y maneras particulares de explicar los fenómenos biológicos; por ejemplo los naturalistas antes de Mendel concebían que las características estaban formadas dentro del individuo, con los trabajos de Mendel se reconoce que estas características se transmitían de los progenitores a los descendientes, mediante factores que residían en las células sexuales y con las investigaciones de Watson y Crick, se concluye que la información genética que pasa de una generación a otra, se encuentra en la molécula de ADN.

Es importante destacar que Mendel aplicó en sus trabajos de hibridación un tratamiento algebraico y estadístico, con lo cual los fenómenos biológicos fueron incorporados al rigor numérico por primera vez en la historia de la biología, postuló que los caracteres estudiados estaban determinados por factores independientes, estableciendo así tres leyes fundamentales que permiten explicar la transmisión de caracteres hereditarios (la ley de la uniformidad, ley del predominio y la ley de la independencia) convirtiéndolo así en el padre de la genética.

A nivel general cuando se incorpora en la enseñanza de las ciencias su historia y epistemología se reconoce cómo se han construido las teorías, modelos y paradigmas de la ciencia, además permite que el docente, desde el análisis crítico del fenómeno, adquiera elementos de juicio para diseñar actividades de enseñanza que tengan en cuenta el contexto de los estudiantes.

Al tener en cuenta el aspecto histórico de los fenómenos biológicos es posible construir rutas conceptuales, que den sentido y resignifiquen la enseñanza de algunos conceptos de genética en secundaria, estableciendo nexos entre el contexto escolar, la enseñanza y la historia de las ciencias, puesto que, desde la clase de Biología, como espacio social de construcción de conocimiento, se pueden elaborar explicaciones, justificaciones y argumentos cuando se generan propuestas de enseñanza que permiten la discusión de un fenómeno de estudio en particular.

En particular, al incorporar en la propuesta de enseñanza elementos de los trabajos de Mendel, como la frecuencia de aparición de caracteres visibles en los individuos, el uso de una simbología particular para identificar el aporte de los progenitores y la interpretación de las proporciones con que los caracteres aparecen en los descendientes, fue posible estructurar una propuesta que estableciera nexos entre elementos propios de la historia de las ciencias y el contexto del estudiante.

¿Cómo relacionan los estudiantes los rasgos visibles de su familia con los trabajos de Mendel?

Desde el análisis histórico de las diferentes concepciones sobre la transmisión de rasgos hereditarios, al revisar los trabajos de Gregor Mendel sobre hibridación con plantas, los trabajos de Morgan, con moscas de la fruta y de Watson y Crick, sobre la molécula de ADN; por mencionar algunas investigaciones científicas, fue posible diseñar una propuesta de enseñanza que relacionara uno de estos trabajos, con las vivencias de los estudiantes, al elaborar en el

contexto de la clase de ciencias, explicaciones y argumentos sobre el parecido de los hijos con los padres.

La propuesta de enseñanza propicio, de manera intencionada que los estudiantes desde el trabajo en grupo elaboraran explicaciones sobre la transmisión de rasgos hereditarios a partir del análisis del árbol genealógico familiar y de situaciones cotidianas; con el fin de favorecer la discusión y estimular en ellos, la elaboración de justificaciones que dieran cuenta de sus concepciones frente al fenómeno, fortaleciendo así sus competencias argumentativas.

¿En qué perspectiva histórica podemos ubicar los argumentos que dan los estudiantes acerca del fenómeno?

La perspectiva histórica sobre la transmisión de rasgos hereditarios que se identifica, en la mayoría de las justificaciones presentadas por los estudiantes, corresponde a la perspectiva Mendeliana; que indica en términos generales, que los rasgos de los descendientes resultan del aporte independiente de los progenitores y, que hay rasgos que predominan más que otros en algunas generaciones. Esto debido a que la propuesta de enseñanza diseñada, permitió identificar y analizar rasgos visibles y situaciones relacionadas con los rasgos en las familias, a partir del árbol genealógico de los estudiantes y otros esquemas aportados, así como de la lectura de uno de los experimentos de Mendel.

¿Cuál es la estructura de los argumentos elaborados por los estudiantes?

Mediante la aplicación de la propuesta de enseñanza fue posible la construcción de explicaciones y argumentos en la clase de biología acerca de la transmisión de rasgos hereditarios; los cuales se evidencian en las respuestas elaboradas por los grupos y también los argumentos construidos entre las docentes y los estudiantes.

Es de resaltar, que las cuatro actividades que conforman la propuesta de enseñanza, presentadas de manera secuencial, permitieron que los estudiantes se acercaran al fenómeno de estudio desde el análisis del árbol genealógico familiar y de la interpretación de uno de los experimentos de hibridación de Gregor Mendel, de tal manera que se fortalecen sus habilidades de pensamiento, sus competencias y adquieren elementos para tomar una posición frente a una situación dada y justificarla.

Al analizar la estructura de los argumentos de los estudiantes, 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); muy pocos estudiantes logran aportar otros elementos de los argumentos, como la fundamentación y ningún grupo aporta elementos de modalización y de reserva; aunque las actividades aplicadas, motivaron en los estudiantes la elaboración de justificaciones, en las que cada grupo debía establecer su posición; se hace evidente que este tipo de ejercicios no es muy frecuente en las clases de biología.

Desde esta investigación, se propone realizar ejercicios de consolidación de argumentos desde grados anteriores de escolaridad; para que al finalizar la secundaria los estudiantes sean capaces de elaborar argumentos completos. Pues este tipo de ejercicios requieren procesos de pensamiento de mayor nivel de complejidad y es a través de ellos como es posible identificar la construcción conceptual de los estudiantes.

¿Qué aporta la investigación a la práctica docente?

Esta investigación es un aporte importante a la formación de licenciados en biología y a docentes en ejercicio, que ofrece una revisión histórica de las explicaciones sobre la transmisión de rasgos hereditarios, también aporta una propuesta de enseñanza, con estudiantes de grado

decimo que permite fortalecer en ellos, habilidades y competencias comunicativas en la enseñanza de la biología como son los procesos argumentativos, sin pretender evaluar el nivel de comprensión del fenómeno.

La elaboración de investigaciones como esta, transforman significativamente la práctica de los docentes involucrados, al establecer relaciones entre la historia de la ciencia, el contexto de los estudiantes y la forma como se abordan los fenómenos en el aula. Es importante resaltar que el terreno de la investigación se vuelve aún más amplio, pues el docente en su proceso de enseñanza, puede acudir a este tipo de relaciones para hacer más significativos los fenómenos abordados en el aula.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AYALA M. Mercedes. 2006.jan./abr. *Los análisis histórico – críticos y la re contextualización de saberes científicos. Construyendo un nuevo espacio de posibilidades.* Pro-Posições, v. 17, n. 1(49)., pp.19 – 36
- AUDESIRK Teresa. 1996. *Biología La Vida en la Tierra.* México. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana S.A.
- BARAHONA Ana y SUAREZ Edna. 1992. *Física y Biología en el nacimiento de la biología molecular: La determinación de la estructura del ADN.* Universidad Nacional Autónoma de México. LLULL. Vol. 13., pp. 395-414.
- BARAHONA Ana. 1994 *Gene y mutación: una visión histórica.* Universidad Nacional Autónoma de México. LLULL. Vol. 17., pp. 5 – 24
- BARAHONA Ana. 2001. *Filosofía e Historia de la Biología.* México. Editorial Universidad Nacional Autónoma de México. Cáp 8.
- BOWLER Peter, 2001. *La contribución de Mendel.* En filosofía e Historia de la Biología. Editorial Universidad Nacional Autónoma de México. Cáp 18.
- BUGALLO R. A. 1995. *La didáctica de la genética: revisión bibliográfica.* Santiago de Compostela. Revista enseñanza de las ciencias.13 (3). pp. 379- 785

CAZDEN Courtney 1991. *El discurso en el aula, el lenguaje de la enseñanza y del aprendizaje*. Editorial Paidós. Barcelona.

CANDELA M. Antonia. 1991. *Argumentación y conocimiento científico escolar*. México: Instituto Politécnico Nacional.

CANDELA M. Antonia. 1999. *Ciencia en el aula, los alumnos entre la argumentación y el consenso*. México. En *infancia y aprendizaje*. 35, pp. 13 - 28

CANDELA M. Antonia. 2001. Mayo – Agosto. *Corrientes teóricas sobre el discurso en el aula*. México. En: *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. Vol. 6. 12, pp. 317 -333

CARDONA R. Dora. 2008. *Modelos de argumentación en ciencias: una aplicación a la genética*. Tesis. Editorial Centro de Estudios Avanzados en Niñez y Juventud. Colombia. Alianza de la universidad de Manizales y CINDE.

CASTILLO A. Juan Carlos. 2008. Julio – Diciembre. *La historia de las ciencias y la formación de maestros: la recontextualización de saberes como herramienta para la enseñanza de las ciencias*. Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, En: *Nodos y Nudos*. Vol. 3. 25, pp 73 - 80.

CURTIS Helena. 2001. *Biología*. Editorial Médica Panamericana. España.

CHAMIZO J. 2007. *Las aportaciones de Toulmin a la enseñanza de las ciencias*. México. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1).

- CHAVES Ana L. 2001. *Implicaciones educativas de la teoría sociocultural de Vigotsky*. En: Revista de educación. 25 (2). pp 59- 65.
- DELGADO J. y GONZALEZ J. 1997. *Tutor multimedia para la enseñanza de los conceptos básicos de genética*. Bogotá. Monografía de grado. Universidad Nacional de Colombia.
- DROUIN Jean M. 1991. *Mendel: faceta jardín*. En: Historia de las ciencias. Madrid. Editorial Artes Graficas Benzal S.A.
- ESPITIA F. 1992. *Prototipo de tutor para la enseñanza de los conceptos básicos utilizados en genética*. Bogotá. Monografía de grado. Universidad Nacional de Colombia.
- GALGOVSKY L. y ADÚRIZ – BRAVO A. 2001. *Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico*. Argentina. Enseñanza de las ciencias 19 (2) pp. 231 - 242
- GIDEON E. Nelson. 2006. *Principios de biología, enfoque humano*. México. Editorial. Limusa S. A.
- GISPERT Carlos. 2006. *El mentor de las matemáticas: probabilidad y estadística*. España. Editorial Océano.
- GOMIS B. Alberto. 1991. *La Biología en el Siglo XIX*. En Akal Historia de la Ciencia y la Técnica. Madrid. Vol. 43.

GRIFFITHS A., GELBART W., MILLER J. y LEWONTIN R. 1999. *Genética moderna*. Madrid. McGraw- Hill- Interamericana de España.

GUEVARA P. Guillermo. 2007. *Desde el Jardín de Mendel hasta el genoma humano*. En: Revista Deslinde. Edición N° 30.

HELLER Craig, ORLARS Gordon, PURVES Bill, HILLIS David. 2009. *Vida, la ciencia de la Biología*. Argentina. Editorial Médica Panamericana.

HENAO Berta. L. y STIPCICH María S. 2008. *Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las ciencias experimentales*. Revista electrónica de enseñanza de las ciencias. Argentina vol. 7. N° 1.

IÑIGUEZ P. Francisco. 2005. *La enseñanza de la genética: La Enseñanza de la Genética: Una propuesta Didáctica para la Educación Secundaria Obligatoria Desde Una Perspectiva Constructivista*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona

JACKSON M. W 1972. *Enciclopedia Práctica Jackson: conjunto de conocimientos para la formación autodidáctica*. México D. F. Inc., Editores. Tomo 8

JIMÉNEZ A. María y DÍAZ DE B. Joaquín. 2003. *Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas*. Santiago de Compostela. Enseñanza de las ciencias. 21 (3). Pp. 359 – 370

JIMÉNEZ A. María. *La enseñanza y el aprendizaje en la Biología*. Santiago de Compostela.

LO CASCIO Vincenzo, 1998. *Gramática de la argumentación: Estrategias y estructura*. Madrid. Alianza editorial.

LOMBARDI. 1997. *La pertinencia de la historia en la enseñanza de las ciencias: argumentos y contraargumentos*. Argentina. Enseñanza de las ciencias 15 (3).

MARC DROUIN Jean. 1991. *Mendel: faceta jardín*. En: Historia de las Ciencias. Madrid. Artes Gráficas Benzal S.A.

MARTINEZ M. Cristina. 2005. *La construcción del proceso argumentativo en el discurso. Perspectivas teóricas y trabajos prácticos*. Colombia. Cátedra UNESCO para la lectura y la escritura en América Latina

MARTINEZ Martha. 2011. *La genética a través de las ideas previas de los estudiantes de octavo grado del Colegio Delicias de Puente Nacional – Santander*. Tesis de licenciatura en Biología. Universidad Pedagógica Nacional.

MENDEL Gregor. 1865. *Experimentos de hibridación con plantas*. En Newman, Jean. 1968. *El Mundo de las Matemáticas* Sigma: El Mundo de las Matemáticas. Barcelona. Editorial Grijalbo. Volumen II.

NEWMAN, Jean. 1968. Sigma: *El Mundo de las Matemáticas*. 1968. Barcelona. Editorial Grijalbo. Volumen II.

OLIVER Fernando Luis. 1979. *Fundamentos de Genética*. México. Editorial Mc Graw Hill.

PIÑERO Daniel. 2001. *La tradición de los hibridólogos en los siglos XVIII y XIX*. En filosofía e Historia de la Biología. Editorial Universidad Nacional Autónoma de México. Cap. 16.

RAYMOND Oram. 2007. *Biología: sistemas vivos*. México D.F. Mc Graw Hill/ Interamericana Ediciones S. A.

RAMÍREZ P. Luis A. 2007. *Comunicación y discurso: la perspectiva polifónica en los discursos literarios, cotidianos y científicos*. Bogotá Cooperativa Editorial Magisterio.

RUÍZ H. Conrado. 2009. Octubre – Diciembre. México. *El razonamiento matemático de Mendel*. Universidad Nacional Autónoma. En Ciencias 96, pp. 42 – 47.

SUAREZ F. y ORDOÑEZ A. 2011. Enero-Marzo. *De Gregor Mendel y la docencia sin licencia*. Bogotá. Universidad médica. 52 (1), pp. 91 - 97.

TOULMIN Stephen E. 2007. *Los usos de la argumentación*. Barcelona. Ediciones Península.

VAN Dijk T. 2003. *La multidisciplinareidad del análisis crítico del discurso. Un alegato en favor de la diversidad*. En: WODAK Ruth y MEYER Michael. Métodos de análisis crítico del discurso. España. Gedisa Editorial

VERA O. Ingrid. 2001. *Diseño y elaboración de un material en multimedia para la enseñanza del concepto de flujo de información genética dirigido a estudiantes de educación media y superior*. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Pedagógica Nacional.

VILLEE Claude A. 1988. *Biología*. México. Nueva Editorial Interamericana. Séptima edición.

VYGOTSKY Lev. S. 1978. *Pensamiento y Lenguaje*. Argentina. La Pleyade.

ANEXOS

Anexo 1

Cuadro N° 1 Cuadro Comparativo de las Explicaciones dadas a través de la Historia sobre la Transmisión de los Rasgos Hereditarios

<i>PERSPECTIVA</i>	<i>¿CÓMO SE ACERCABAN AL ESTUDIO DE LO VIVO?</i>	<i>¿QUÉ PREGUNTAS SE HACIAN?</i>	<i>¿CUÁL ERA LA CONCEPCION SOBRE LA TRANSMISION DE RASGOS HEREDITARIOS?</i>
<i>PRE-MENDELIANA</i>	<p>Los naturalistas antes del siglo XIX buscaban explicar la diversidad de los seres vivos. Algunos se preocuparon también por revelar la formación del ser y cómo sus características eran transmitidas a sus descendientes.</p> <p>En general se limitaban a contemplar la naturaleza, a describir desde lo visible, a los especímenes que coleccionaban y clasificaban, pues para sus estudios, la experimentación no era primordial</p>	<p>¿Qué aportaba el padre o la madre para la formación de un nuevo ser?</p> <p>¿Por qué la misma particularidad, en individuos de la misma especie o en especies diferentes unas veces se hereda y otras no?</p>	<p>Para los <i>preformistas</i> las características hereditarias ya estaban creadas en el nuevo ser en miniatura, ubicado en el fluido del padre o de la madre.</p> <p>Para otros, cuando se combinaba el óvulo y el espermatozoide se producía una <i>mezcla de material hereditario</i> que se manifestaba en los descendientes.</p> <p>Para los <i>epigenistas</i>, el embrión de un nuevo ser se iba desarrollando en el vientre materno.</p> <p>Algunos consideraban que los individuos heredaban rasgos fortalecidos por sus</p>

			padres (<i>herencia de los caracteres adquiridos</i>). Para otros, las variaciones que observaban en cada población y que se heredaban entre los individuos, surgían al azar (<i>variación de las especies</i>)
<i>MENDELIANA</i>	En sus experimentos Mendel realizaba una serie de observaciones y las enmarcaban en hipótesis, luego implementaba sus experimentos para comprobarlas; aplicó a sus observaciones un sistema matemático (estadístico y algebraico) de tal manera que los fenómenos biológicos podían ser incorporados al rigor numérico.	¿Cómo explicar la aparición de variaciones de rasgos entre individuos de la misma especie?	La transmisión de características hereditarias estaba dada por factores separables (<i>ley de la segregación independiente</i>) que podían ser dominantes o recesivos en los descendientes (<i>ley del predominio</i>)
<i>POST-MENDELIANA</i>	Los científicos eligen cuidadosamente los ejemplares para sus estudios, en los laboratorios crean las condiciones necesarias para medir variables y tener el control de sus experimentos. De tal forma que se artificializa el fenómeno a investigar y se elaboran modelos que permiten explicar sus teorías.	¿Cuál era la estructura molecular del gen? ¿Cómo se duplica la información genética?	Los factores elementales o genes tienen una base material y se ubican a lo largo de los cromosomas. El ADN es la molécula que contiene toda la información genética de un individuo y posee la condición para formar copias exactas de sí misma.

En el cuadro N° 1 se presentan tres perspectivas en las que se da a conocer como se acercaban los científicos y filósofos al estudio de los seres vivos, que preguntas dirigieron sus investigaciones, y una síntesis que muestra la concepción elaborada acerca de la transmisión de rasgos hereditarios.

Anexo 2: Actividad Uno. Árbol genealógico

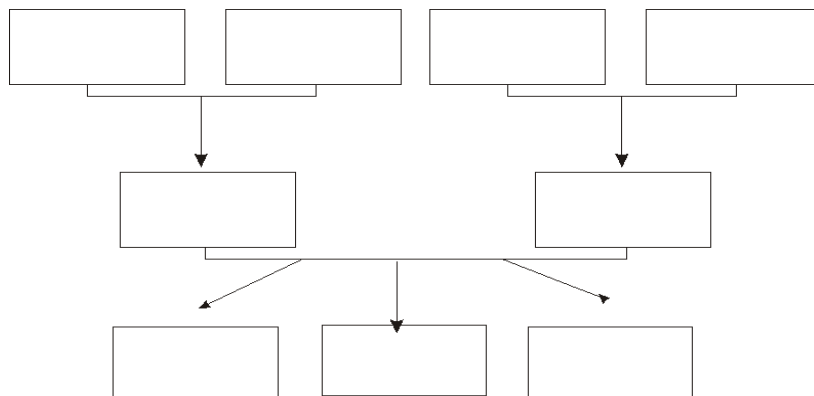
Nombres: _____ *Curso:* _____ *Fecha:* _____

Introducción: La genética estudia cómo se transmiten los rasgos de padres a hijos, las variaciones y relaciones que exhiben, las cuales se pueden representar en diagramas llamados árboles genealógicos.

Con el propósito de elaborar el árbol genealógico de su familia e identificar a través de él, los rasgos que pasan de padres a hijos, es necesario que usted previamente haya recolectado la información de sus parientes más cercanos en cuanto color de ojos, tipo de cabello, tono de piel.

Resuelva:

- 1) Con la información familiar, en el siguiente esquema escriba el nombre de cada pariente así: en la primera fila sus abuelos, en la segunda sus padres y en la tercera sus hermanos y usted. Para incluir los rasgos correspondientes de cada familiar, diseñe un símbolo específico para color de ojos, tipo de cabello.



- 2) Teniendo en cuenta el esquema ¿Cuál es el rasgo que más aparece en las tres generaciones, para color de ojos y tipo de cabello?

- 3) Hay algún rasgo que aunque está presente en sus abuelos, no aparece en sus padres? menciónelo
- 4) ¿En su familia alguno de sus hermanos o usted, tiene el color de los ojos o el tipo de cabello diferente al de sus padres? Especifique

Para saber más:

En la elaboración de árboles genealógicos se han establecido algunas convenciones: con cuadrados se representa a los varones y con círculos a las mujeres; las generaciones se indican por los números romanos en el lado izquierdo. Cuando el rasgo aparece, se pinta el círculo o el cuadrado, cuando el individuo no presenta el rasgo, el círculo o el cuadro se deja sin pintar.

Para discutir:

- 5) ¿Es posible que en una familia, un hijo no se parezca físicamente a ninguno de sus padres? Si no se parece a los padres a quien se puede parecer?
- 6) En una familia pueden suceder que algunos rasgos se presenten en una generación y en otras no? Como explica esto.

Anexo 3: Protocolo de la Actividad Uno

INSTITUCIÓN EDUCATIVA Colegio Ofelia Uribe de Acosta	JORNADA Tarde
---	------------------

GRADO Decimo	CURSO 1001 –1002
-----------------	---------------------

TITULO: Actividad 1: Árbol genealógico.
--

PROPOSITO GENERAL Identificar y analizar los rasgos que se transmiten de padres a hijos, mediante la elaboración previa del árbol genealógico de cada estudiante.
--

TEMA Transmisión de rasgos hereditarios.

METODOLOGÍA <ol style="list-style-type: none"> 1. Se solicito a los estudiantes la elaboración de un árbol genealógico familiar, al hacer el seguimiento a dos rasgos, tipo de cabello y color de ojos, en las tres últimas generaciones. 2. Se organizó el curso en grupos de 4 estudiantes, y cada recibió un instrumento de evaluación que consiste en una guía. 3. Los estudiantes debían seleccionar un árbol genealógico, por grupo, leer, discutir y resolver las preguntas propuestas en la guía. 4. Al completar el desarrollo de la guía, se organizó en mesa redonda para socializar las respuestas construidas por cada grupo.

MATERIALES Árboles genealógicos elaborados por los estudiantes Instrumentos de evaluación.
--

CRITERIOS DE EVALUACION. Participación en clase Elaboración del árbol genealógico. Desarrollo completo del instrumento.
--

Anexo 4: Actividad Dos.

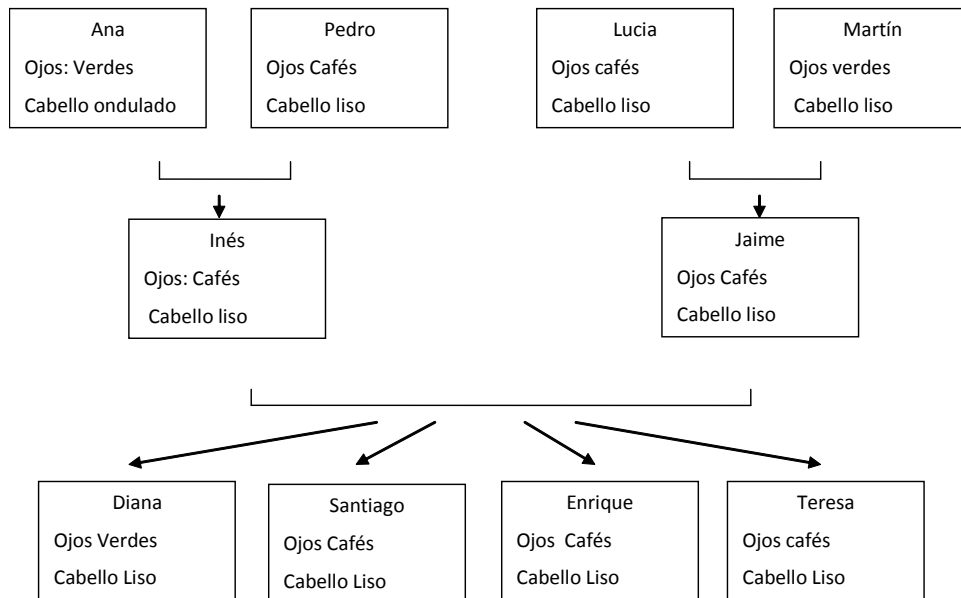
Rasgos visibles y rasgos no visibles

Nombre: _____ Curso: ____ Fecha: _____

Introducción: En Genética se han establecido algunos términos para definir las características de los individuos: *un carácter* es una característica física observable, como el color de los ojos, tono de piel, el sexo y un *rasgo* es la forma particular de un carácter, por ejemplo ojos cafés, ojos verdes, ojos negros, ojos azules. El *genotipo* se refiere a los rasgos particulares que presenta un individuo y que ha heredado de sus padres, por ejemplo Luis Martínez hereda ojos verdes del padre y ojos cafés de la madre y el *fenotipo* se refiere a los rasgos observables del individuo, es decir, el color de ojos cafés que vemos en Luis.

Resuelva:

A continuación se representan en el esquema, dos caracteres de la familia Pérez Gil, obsérvelos y conteste:



Esquema genealógico de la familia Pérez Gil

1. ¿Cuántas generaciones representa el esquema genealógico de la familia Pérez Gil?
2. ¿Cuál es el color de ojos más frecuente y el tipo de cabello que predomina más?
3. Elabore un símbolo para representar el carácter color de ojos y otro para el carácter tipo de cabello, y escríbalo para todos los integrantes de la familia.

4. Represente el color de ojos de los hijos de Inés y Jaime, en la siguiente tabla, empleando los símbolos que diseñó.

Inés		
Jaime		

5. Represente el tipo de cabello de los hijos de Inés y Jaime, en la siguiente tabla, empleando los símbolos que diseñó.

Inés		
Jaime		

6. Inés tiene cabello liso, sus padres presentan para el tipo de cabello los siguientes rasgos: Ana cabello ondulado, Pedro cabello Liso ¿Qué sucedió con el rasgo cabello ondulado?
7. Diana es de ojos verdes, sin embargo Inés y Jaime son de ojos cafés, ¿qué sucedió para que Diana presente un color de ojos diferente al de sus padres?

Para Discutir:

Con los datos obtenidos del esquema genealógico de la familia Pérez Gil y los conceptos dados en la introducción, conteste:

- 8- ¿El cabello ondulado, es un rasgo que predomina o es un rasgo que puede ser ocultado por el cabello liso?
- 9- Cuál es el fenotipo de Pedro y cuál el fenotipo de Martin
- 10- Cuál es el genotipo de Inés y cuál el genotipo de Jaime.
- 11- Si por ejemplo, Santiago es de cabello liso y se casa con una mujer de cabello ondulado, calcule la probabilidad del cabello, para los hijos de esta pareja y complete la siguiente tabla. Tenga en cuenta los símbolos ya establecidos.

Santiago		

- 12- Inés y Jaime, ambos bogotanos de piel blanca, han vivido los últimos 5 años en Cartagena por ello, su piel tomo un color canela, ahora esperan su quinto hijo, ¿cuál color de piel le transmitirán al bebé? El blanco o el canela? Explique su respuesta.
- 13- Luego de lo analizado en el árbol genealógico de su familia y el de la familia Pérez Gil, explique cómo se adquieren las características semejantes en los integrantes de una familia.

Anexo 5: Protocolo de la Actividad Dos

INSTITUCIÓN EDUCATIVA Colegio Ofelia Uribe de Acosta	JORNADA Tarde
---	------------------

GRADO Decimo	CURSO 1001 – 1002
-----------------	----------------------

TITULO: Actividad 2: Rasgos Visibles y Rasgos no visibles.

PROPOSITO GENERAL Determinar la probabilidad de transmisión de los rasgos en una familia y establecer cuáles de esos rasgos se pueden ver y cuáles rasgos no son observables.
--

TEMA Transmisión de rasgos hereditarios.

METODOLOGÍA 1. Se organizó el curso en grupos de 4 estudiantes, y cada recibió un instrumento de evaluación que consiste en una guía. 2. Los estudiantes debían: leer, discutir y resolver las preguntas propuestas en la guía. 3. Al completar el desarrollo de la guía, se organizó en mesa redonda para socializar las respuestas construidas por cada grupo.

MATERIALES Instrumentos de evaluación.

CRITERIOS DE EVALUACION. Participación en clase Desarrollo completo del instrumento.
--

Anexo 6: Actividad Tres

¿Por qué unas características aparecen en una generación y otras no?

Nombre: _____ Curso: ____ Fecha: _____

Introducción



El parecido entre los seres vivos o la transmisión de características de padres a hijos, han llamado la atención de los seres humanos desde los inicios de la civilización; los pueblos antiguos mejoraban plantas cultivables y animales domésticos, escogiendo para cruzarlos aquellos individuos de características más deseables. También debieron sentir curiosidad por la individualidad de los seres humanos, y hacerse preguntas tales como ¿por qué algunos no se parecen los hijos a sus padres? o ¿por qué hay ciertas enfermedades que afectan a varios individuos de la misma familia?

Gregor Mendel un monje austriaco, estudió el guisante común de jardín (plantas de arveja) por la facilidad para su cultivo y porque moviendo manualmente el polen de una planta a la otra, podía controlar la polinización y la fertilización de las plantas parentales. Comenzó por examinar diferentes variedades de guisantes en busca de las características que se transmiten de los progenitores a sus descendientes; Mendel buscó caracteres con rasgos contrastantes y bien definidos, como semillas amarillas frente a semillas verdes.

En uno de sus experimentos, Mendel cruzó plantas de tamaño normal con plantas enanas. El cruce produjo una generación de plantas de guisantes de tamaño normal. Cuando cruzó entre sí plantas obtenidas de esta primera generación, observó que tres de cada cuatro plantas eran de tamaño normal y una enana.

Luego cruzó plantas que producían guisantes de color verde con plantas que producían guisantes de color amarillo y observó que en la primera generación todas las plantas producían guisantes de color amarillo. Cuando cruzó entre sí plantas de guisantes amarillos, producto del primer cruce, tres de cada cuatro plantas produjeron guisantes amarillos y una produjo guisantes verdes. De esta forma estudió otras características en el guisante y obtuvo los mismos resultados que obtuvo cuando estudió el tamaño de las plantas y el color de los guisantes.

Mendel llega a las siguientes conclusiones para establecer cómo se transmiten las características hereditarias de una generación a otra:

- Las unidades responsables de rasgos específicos están presentes como factores que aparecen en pares y se separan entre sí durante la formación de gametos.
- Cada planta de guisante tiene dos factores para cada carácter, una procedente de cada progenitor. Durante la producción de gametos sólo uno de estos factores apareados formará parte de la célula sexual.
- Cada gameto contiene un factor, el cigoto resultante contiene los dos porque se produce por la fusión de los dos gametos.

Resuelva: de acuerdo a la lectura¹¹:

1. A que se refiere Mendel cuando dice “Cada planta de guisante tiene dos factores para cada carácter, una procedente de cada progenitor”.
2. Diseñe un símbolo para los rasgos de las plantas de arveja: color de la semilla y tamaño de la planta.
3. Elabore el cruce de plantas enanas con plantas de tamaño normal y complete el siguiente cuadro. Tenga en cuenta los resultados del trabajo de Mendel planteados en la lectura.

¹¹ OLIVER F. 1979. Fundamentos de genética. México McGraw-Hill. Lectura adaptada, p. 41.

♀		
♂		

4. Elabore el cruce de plantas según el color de la semilla y complete el siguiente cuadro. Tenga en cuenta los resultados del trabajo de Mendel planteados en la lectura.

♀		
♂		

5. Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, ¿qué representan los cuadrados sombreados y qué representan los cuadrados blancos en cuanto a los cruces con plantas?

Para saber más:

Mendel llamó caracteres unitarios a los factores que determinan la manifestación de las características mencionadas como el color de los guisantes y el tamaño de la planta. Denominó *dominantes* a aquellos caracteres que se manifiestan en la primera generación, obtenida de un cruce entre organismos que exhiben formas diferentes para una misma característica. Asimismo denominó **recesivos** a aquellos caracteres que no se manifiestan en la primera generación, pero que sí pueden manifestarse en la segunda generación.

Para Discutir:

6. Cuales rasgos son dominantes, en los diferentes cruces con plantas que realizó Mendel y cuáles son recesivos? Especifique para cada carácter
7. En el esquema genealógico de la familia Pérez Gil cuales rasgos identifica como recesivos
8. En el árbol genealógico de su familia cuales rasgos pueden ser considerados como dominantes y cuales como recesivos para: tipo de cabello y color de ojos

Anexo 7: Protocolo de la Actividad Tres

INSTITUCIÓN EDUCATIVA Colegio Ofelia Uribe de Acosta	JORNADA Tarde
---	------------------

GRADO Decimo	CURSO 1001 – 1002
-----------------	----------------------

TITULO:

Actividad 3: ¿Por qué unas características aparecen en una generación y otras no?

PROPOSITO GENERAL

Dar a conocer los experimentos de Gregor Mendel y propiciar en el estudiante la asociación de los resultados de estos trabajos, con el comportamiento de los rasgos en el árbol genealógico analizado y en el de la familia Pérez Gil

TEMA

Transmisión de rasgos hereditarios.

METODOLOGÍA

1. Se organizó el curso en grupos de 4 estudiantes, y cada recibió un instrumento de evaluación que consiste en una guía.
2. Los estudiantes debían: leer, discutir y resolver las preguntas propuestas en la guía.
3. Al completar el desarrollo de la guía, se organizó en mesa redonda para socializar las respuestas construidas por cada grupo.

MATERIALES

Instrumentos de evaluación.

CRITERIOS DE EVALUACION.

Participación en clase
Desarrollo completo del instrumento.

Anexo 8: Actividad Cuatro

Manifestando argumentos

Nombres: _____ Curso: _____ Fecha: _____

Lean cada uno de los textos y la afirmación que los acompaña; sobre cada afirmación deben manifestar si están de acuerdo o no, y argumentar porque

1- A través de un árbol genealógico es posible observar los rasgos de abuelos, padres e hijos, así como las variaciones que exhiben. Por lo tanto un rasgo puede considerarse como una característica propia de los seres de una misma especie

2-El término adecuado para nombrar un rasgo que aparece con mayor frecuencia en las diferentes generaciones de una misma familia es rasgo dominante

3- En una familia puede suceder que algunos rasgos se presenten en una generación y en otras no, esto se debe a que hay genes que desaparecen y vuelven a aparecer

4-las características semejantes en los integrantes de una familia pasan de generación en generación debido a que se adquieren por las características de los abuelos

5-Teniendo en cuenta que el fenotipo se refiere a los rasgos observables de un individuo, podríamos decir que el genotipo de ese mismo individuo corresponde a los rasgos de sus antecesores (abuelos y padres)

Anexo 9: Protocolo de la Actividad Cuatro

INSTITUCIÓN EDUCATIVA Colegio Ofelia Uribe de Acosta	JORNADA Tarde
---	------------------

GRADO Decimo	CURSO 1001 – 1002
-----------------	----------------------

TITULO: Actividad 4: Manifestando argumentos.
--

PROPOSITO GENERAL Propiciar en los grupos de estudiantes la elaboración de justificaciones a las situaciones presentadas, al manifestar su acuerdo o desacuerdo con los datos y la conclusión que se aportan en cada texto de tal manera que se consolide un argumento en cada caso.

TEMA Transmisión de rasgos hereditarios.

METODOLOGÍA 1. Se organizó el curso en grupos de 4 estudiantes, y cada recibió un instrumento de evaluación que consiste en una guía. 2. Los estudiantes debían: leer, discutir y resolver las preguntas propuestas en la guía. 3. Al completar el desarrollo de la guía, se organizó en mesa redonda para socializar las respuestas construidas por cada grupo.

MATERIALES Instrumentos de evaluación.

CRITERIOS DE EVALUACION. Participación en clase Desarrollo completo del instrumento. Coherencia de los argumentos.

Anexo 10: Transcripción de Escritos de los Estudiantes

Manifestando Argumentos

Indicaciones: Lean cada uno de los textos y la afirmación que los acompaña; sobre cada afirmación deben manifestar si están de acuerdo o no, y justificar por qué:

- 1- A través de un árbol genealógico es posible observar los rasgos de abuelos, padres e hijos, así como las variaciones que exhiben. Por lo tanto un rasgo puede considerarse como:

Una característica propia de los seres de una misma especie

Grupo A: *si estoy de acuerdo porque todos los seres de la misma especie tienen el mismo parentesco*

Grupo D: *no es la mejor definición debido a que se pueden observar rasgos con un árbol genealógico, es en la familia en la que se pueden observar sus características a medida que pasa el tiempo*

Grupo E: *de acuerdo porque un rasgo es definido como tipo de cabello, color de ojos o piel según su especie.*

- 2-El término adecuado para nombrar un rasgo que aparece con mayor frecuencia en las diferentes generaciones de una misma familia es:

Rasgo dominante

Grupo A: *si porque sí se llama a los rasgos que parecen en todas las generaciones o con mayor frecuencia pues se llaman dominantes*

Grupo D: *el rasgo dominante es los ojos cafés porque tiene más frecuencia en la familia.*

Grupo E: *de acuerdo porque en la información genética hay rasgos que ocultan a otros, a los que más se presentan son llamados dominantes*

- 3- En una familia puede suceder que algunos rasgos se presenten en una generación y en otras no, esto se debe a que:

Hay genes que desaparecen y vuelven a aparecer

Grupo A: *si hay genes que desaparecen y vuelven a aparecer por ejemplo cuando en un hijo se muestran rasgos de los abuelos y no de los padres.*

Grupo D: *el rasgo que desaparece y vuelve a aparecer es los ojos de color verdes que vuelve a aparecer en mis primos.*

Grupo E: *De acuerdo porque hay rasgos recesivos que son ocultados por el dominante y en algunos casos el recesivo es reflejado.*

- 4-Las características semejantes en los integrantes de una familia pasan de generación en generación debido a que:

Se adquieren por las características de los abuelos

Grupo A: *no precisamente con los abuelos, también con los bisabuelos o familia antepasada aunque se podría decir que en una generación presente sean los nombrados.*

Grupo D: *si estoy de acuerdo porque la genética que pasa de generación en generación en mi familia son los ojos café oscuros porque mi abuelo y abuela tiene ese color de ojos y pasa por toda la familia.*

Grupo E: *si porque debo tener una información genética principal para ser transmitida de generación en generación.*

5-Teniendo en cuenta que el fenotipo se refiere a los rasgos observables de un individuo, podríamos decir que el genotipo de ese mismo individuo corresponde a:

Los rasgos de sus antecesores (abuelos y padres)

Grupo A: *porque las características de nosotros los seres vivos vienen de los abuelos y de los padres*

Grupo D: *no porque el genotipo son los genes que el individuo tiene dentro de si*

Grupo E: *de acuerdo porque aunque no se refleje el rasgo sirve en su información genética*

Anexo 11: Aplicación de la Actividad Uno – Grupo E



COLEGIO DISTRITAL OFELIA URIBE DE ACOSTA
 CIENCIAS NATURALES Y EDUCACION AMBIENTAL
 GUIA DE BIOLOGIA
EL ÁRBOL GENEALÓGICO

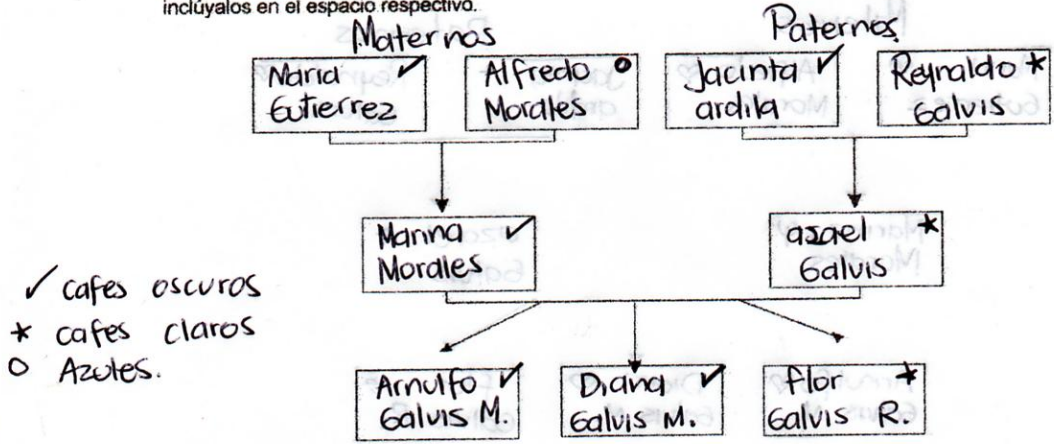


Nombres: Duvan Rodriguez, Diana Galvis, Curso: 10-02, Fecha: _____

Introducción: Los rasgos de padres y de los hijos, así como las variaciones y las relaciones que exhiben, se pueden representar en diagramas llamados árboles genealógicos. Con el propósito de elaborar el árbol genealógico de su familia e identificar a través de él, los rasgos que pasan de padres a hijos, es necesario que usted previamente haya recolectado la información de sus parientes más cercanos en cuanto al color de ojos y el tipo de cabello.

Resuelva:

- 1) Con la información familiar, en el siguiente esquema escriba el nombre de cada pariente así: en la primera fila sus abuelos, en la segunda sus padres y en la tercera sus hermanos y usted. Para incluir los rasgos correspondientes de cada familiar, diseñe un símbolo específico para color de ojos y e inclúyalos en el espacio respectivo.



- 2) Teniendo en cuenta el esquema ¿Cuál es el rasgo que más aparece en las tres generaciones, para color de ojos?
El rasgo que más aparece en las 3 generaciones para el color de ojos es: ✓ = Cafés oscuros.
- 3) Hay un color de ojos que aunque está presente en sus abuelos, no aparece en sus padres? menciónelo
○ = Azul, es el color que no está presente.
- 4) ¿En su familia alguno de sus hermanos o usted, tiene el color de los ojos diferente al de sus padres? Especifique
Nb.
- 5) Copie el esquema anterior y ahora realice el mismo ejercicio para el tipo de cabello y conteste las preguntas 2, 3, 4 para ese rasgo

PARA SABER MÁS:

En la elaboración de árboles genealógicos se han establecido algunas convenciones: con cuadrados se representa a los varones y con círculos a las mujeres; las generaciones se indican por los números romanos en el lado izquierdo. Cuando el rasgo aparece, se pinta el círculo o el cuadrado, cuando el individuo no presenta el rasgo, el círculo o el cuadro se deja sin pintar.

♥ Aduladoro

+ 1.000

Para discutir:

- 6) ¿Es posible que en una familia, un hijo no se parezca físicamente a ninguno de sus padres? Si no se parece a los padres a quién se puede parecer?

Si es posible, ya que se puede parecer físicamente a sus abuelos.

- 7) En una familia pueden suceder que algunos rasgos se presenten en una generación y en otras no? Como explica esto.

porque el gen no es dominante

- 8) Como podemos denominar a un rasgo que aparece con mayor frecuencia en las generaciones

Se denominan gen dominante.

- 9) Qué nombre le asignamos a un rasgo que aparece esporádicamente en la generaciones de una familia

Se podría llamar gen predominante.

* porque las características se pueden perder?

estas características se pueden perder dependiendo de las personas que formen la pareja, si uno de los dos tiene el gen más dominante las características de la otra persona se pueden perder.

- Porque si desaparecen las características, vuelven a aparecer en otra generación?

Anexo 12: Aplicación de la Actividad Dos - Grupo A

Grupo A



COLEGIO DISTRITAL OFELIA URIBE DE ACOSTA
CIENCIAS NATURALES Y EDUCACION AMBIENTAL
GUIA DE BIOLOGIA
LOS RASGOS EN UNA FAMILIA



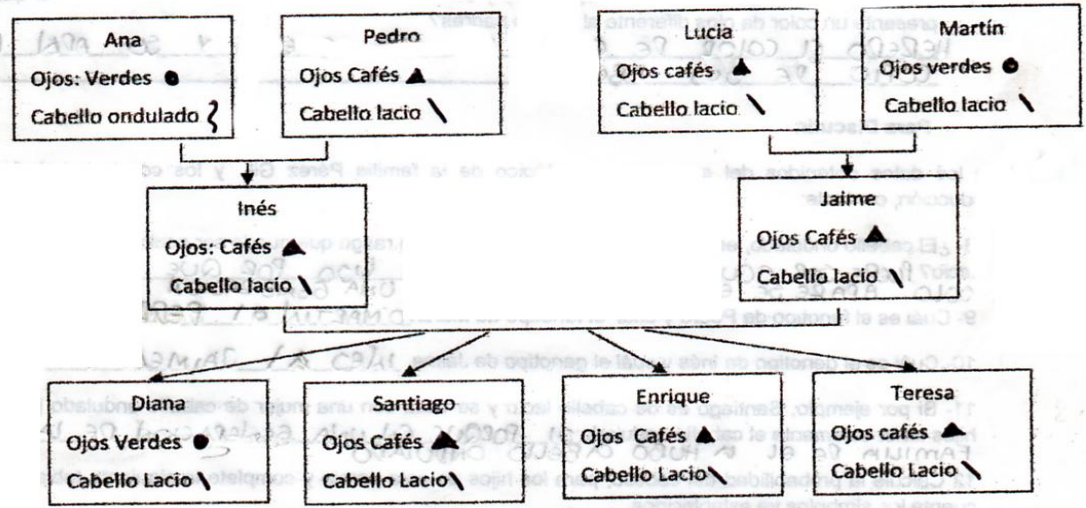
Nombre: MICHELL JIMENEZ FRANCO WALTEROS Curso: 10-01 Fecha: MAYO

PARA SABER MÁS:

Se han establecido algunos términos para definir las características de los individuos: un **carácter** es una característica física observable, como el color de los ojos, tono de piel, el sexo y un **rasgo** es la forma particular de un carácter, por ejemplo ojos cafés, ojos verdes, ojos negros, ojos azules. El **genotipo** se refiere a los rasgos particulares que presenta un individuo y que ha heredado de sus padres, por ejemplo Luis Martínez hereda ojos verdes del padre y ojos cafés de la madre y el **fenotipo** se refiere a los rasgos observables del individuo, es decir, el color de ojos cafés que vemos en Luis.

Resuelva:

A continuación se representan en el esquema, dos caracteres de la familia Pérez Gil, obsérvelos y conteste



Esquema genealógico de la familia Pérez Gil

1. ¿Cuántas generaciones representa el esquema genealógico de la familia Pérez Gil?
3 GENERACIONES
2. ¿Cuál es el color de ojos más frecuente y el tipo de cabello que predomina más?
EL COLOR DE OJOS SON CAFES Y EL CABELLO ES LACIO
3. Elabore un símbolo para representar el carácter color de ojos y otro para el carácter tipo de cabello, y escríbalo para todos los integrantes de la familia.
4. Represente el color de ojos de los hijos de Inés y Jaime, en la siguiente tabla, empleando los símbolos que diseñó.



COLEGIO DISTRITAL OFELIA URIBE DE ACOSTA
CIENCIAS NATURALES Y EDUCACION AMBIENTAL
GUIA DE BIOLOGIA



5. Represente el tipo de cabello de los hijos de Inés y Jaime, en la siguiente tabla, empleando los símbolos que diseñó.

Inés \	1	3
Jaime	1	3
1	11	13
3	31	33

6. Inés tiene cabello lacio, sus padres presentan para el tipo de cabello los siguientes rasgos: Ana cabello ondulado, Pedro cabello Lacio ¿Qué sucedió con el rasgo cabello ondulado?
SE PERDIO POR QUE SOLO APARECIO EN LA PRIMERA GENERACION
7. Diana es de ojos verdes, sin embargo Inés y Jaime son de ojos cafés, ¿qué sucedió para que Diana presente un color de ojos diferente al de sus padres?
HEREDO EL COLOR DE OJOS DE SUS ABUELOS Y SU ABUELO LO COPIO DE SUS ABUELOS

Para Discutir:

Con los datos obtenidos del esquema genealógico de la familia Pérez Gil y los conceptos dados en la introducción, conteste:

- 8- ¿El cabello ondulado, es un rasgo que predomina o es un rasgo que puede ser ocultado por el cabello lacio? PUDE SER OCULTADO POR EL CABELLO LACIO POR QUE EL ONDULADO SOLO APARECE EN UNA PERSONA Y EN UNA GENERACION
- 9- Cuál es el fenotipo de Pedro y cuál el fenotipo de Martin? MARTIN O PEDRO 1
- 10- Cuál es el genotipo de Inés y cuál el genotipo de Jaime. INES 1 JAIMES 1
- 11- Si por ejemplo, Santiago es de cabello lacio y se casa con una mujer de cabello ondulado podrían sus hijos tener solamente el cabello ondulado? SI PORQUE EN UNA GENERACION DE LA FAMILIA DE EL HUBO CABELLO ONDULADO
- 12 Calcule la probabilidad del cabello, para los hijos de esta pareja y complete la siguiente tabla. Tenga en cuenta los símbolos ya establecidos.

MARÍA	2	3
Santiago	1	3
1	12	13
3	32	33

12- Inés y Jaime, ambos bogotanos de piel blanca, han vivido los últimos 5 años en Cartagena por ello, su piel tomo un color canela, ahora esperan su quinto hijo, ¿cuál color de piel le transmitirán al bebé? El blanco o el canela? Explique su respuesta. EL BLANCO POR QUE ES EL PROPIO DE EUOS Y EL CANELA ES COMO QUEMADO O BROCEADO

13- Las actividades que realiza una mujer durante el embarazo pueden afectar las características genéticas del bebé? Mencione algunas. SI POR QUE PUES HAY COSAS QUE UN BEBE NO TOLERA O COSAS QUE LE ABANDANO

14- Luego de lo analizado en el árbol genealógico de su familia y el de la familia Pérez Gil, explique cómo se adquieren las características semejantes en los integrantes de una familia. POR LA GENETICA TENEMOS EL MISMO TIPO DE OJOS Y CABELLO DE NUESTRA GENERACIONES

DOMINANCIA: QUE EN UNA GENERACION SE REPRESENTA EL COLOR

Anexo 13: Aplicación de la Actividad Tres –Grupo D

Anexo 13: aplicación de la Actividad Tres – Grupo E



COLEGIO DISTRITAL OFELIA URIBE DE ACOSTA
CIENCIAS NATURALES Y EDUCACION AMBIENTAL
GUIA DE BIOLOGIA



¿POR QUÉ UNAS CARACTERÍSTICAS APARECEN EN UNA GENERACIÓN Y OTRAS NO?

Nombre: Madison Farces, Camilo Moroy Curso: 1000A Fecha: 16/05/2020

Los trabajos de Mendel.



El parecido entre los seres vivos o la transmisión de características de padres a hijos han llamado la atención de los seres humanos desde los inicios de la civilización; los pueblos antiguos mejoraban plantas cultivables y animales domésticos, escogiendo para cruzarlos aquellos individuos de características más deseables. También debieron sentir curiosidad por la individualidad de los seres humanos, y hacerse preguntas tales como ¿por qué se parecen los hijos a sus padres? o ¿por qué hay ciertas enfermedades que afectan a varios individuos de la misma familia?

Gregor Mendel un Monje austriaco, estudió el guisante común de jardín (plantas de arveja) por la facilidad para su cultivo y porque moviendo manualmente el polen de una planta a la otra podía controlar la polinización y la fertilización de las plantas parentales. Comenzó por examinar diferentes variedades de guisantes en busca de las características que se transmiten de los progenitores a sus descendientes; Mendel buscó caracteres con rasgos contrastantes y bien definidos, como las flores purpuras frente a las flores blancas.

En uno de sus experimentos, Mendel cruzó plantas de tamaño normal con plantas enanas. El cruce produjo una generación de plantas de guisantes de tamaño normal. Cuando cruzó entre sí plantas obtenidas de esta primera generación, observó que tres de cada cuatro plantas eran de tamaño normal y una enana.

Luego cruzó plantas que producían guisantes de color verde con plantas que producían guisantes de color amarillo y observó que en la primera generación todas las plantas producían guisantes de color amarillo. Cuando cruzó entre sí plantas de guisantes amarillos, producto del primer cruce, tres de cada cuatro plantas produjeron guisantes amarillos y una produjo guisantes verdes. De esta forma estudió otras características en el guisante y obtuvo los mismos resultados que obtuvo cuando estudió el tamaño de las plantas y el color de los guisantes.¹

Mendel llega a las siguientes conclusiones para establecer cómo se transmiten las características hereditarias de una generación a otra:

- Las unidades responsables de rasgos específicos están presentes como factores que aparecen en pares y se separan entre sí durante la formación de gametos.
- Cada planta de guisante tiene dos factores para cada carácter, una procedente de cada progenitor. Durante la producción de gametos sólo una de estas partículas apareadas formará parte de la célula sexual.
- Cada gameto contiene un factor, el cigoto resultante contiene las dos porque se produce por la fusión de los dos gametos.

Resuelva: de acuerdo a la lectura:

- 1) A que se refiere Mendel cuando "cada planta guisante tiene dos factores para cada carácter, uno procedente por cada progenitor".

semillas de arveja de color amarillo o verde

- 2) Diseñe un símbolo para los rasgos de las plantas de arveja: color de la semilla, tamaño de la planta y color de la flor.



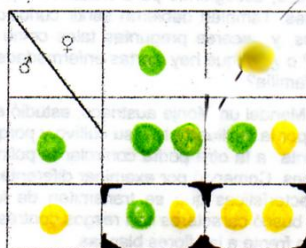
- 3) Elabore el cruce de plantas enanas con plantas de tamaño normal y complete el siguiente cuadro. Tenga en cuenta los resultados del trabajo de Mendel planteados en la lectura.



COLEGIO DISTRITAL OFELIA URIBE DE ACOSTA
CIENCIAS NATURALES Y EDUCACION AMBIENTAL
GUIA DE BIOLOGIA



- 4) Elabore el cruce de plantas según el color de la semilla y complete el siguiente cuadro. Tenga en cuenta los resultados del trabajo de Mendel planteados en la lectura.



- 5) Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, que representan los cuadrados sombreados y que representan los cuadrados blancos en cuanto a los cruces con plantas. Que en ambas hay mayor oportunidad que la semilla de color amarillo aparezca más y la verde tiende a desaparecer

PARA SABER MÁS:

Mendel llamó caracteres unitarios a los factores que determinan la manifestación de las características mencionadas como el color de los guisantes y el tamaño de la planta. Denominó **dominantes** a aquellos caracteres que se manifiestan en la primera generación, obtenida de un cruce entre organismos que exhiben formas diferentes para una misma característica. Asimismo denominó **recesivos** a aquellos caracteres que no se manifiestan en la primera generación, pero que sí pueden manifestarse en la segunda generación.

Para Discutir:

- 5) ¿Cuáles rasgos son dominantes en los diferentes cruces con plantas que realizó Mendel y cuáles son recesivos? Especifique para cada carácter DOMINANTES: Color de semillas amarilla y tamaño normal. RECESIVO: Color de semillas verde y tamaño enano
- 6) Según el árbol genealógico de la reina victoria cuál rasgo identifica como dominante _____

- 7) En el esquema genealógico de la familia Pérez Gil cuales rasgos identifica como recesivos el cabello ondulado y los ojos de color verdes

- 8) En el árbol genealógico de su familia cuales rasgos pueden ser considerados como dominantes y cuales como recesivos para: tipo de cabello y color de los ojos El cabello lacio y el color de ojos cafés

- 9) ¿Qué hace a un rasgo dominante o recesivo? El dominante es el que tiende a aparecer, el recesivo tiende a desaparecer

- 10) ¿Qué es lo que se transmite de los padres a los hijos para se puedan heredar las características físicas? El ADN presente en el ovulo femenino y el espermatozoide del hombre

Anexo 14: aplicación de la Actividad Cuatro – Grupo E



COLEGIO DISTRITAL OFELIA URIBE DE ACOSTA
CIENCIAS NATURALES Y EDUCACION AMBIENTAL



MANIFESTANDO ARGUMENTOS
GRUPO 2

Nombres:

Yolanda Ramirez, Diana Galvis y Daniela Arango

Curso: 1002 fecha: 21/ mayo / 2013

Lean cada uno de los textos y la afirmación que los acompaña; sobre cada afirmación deben manifestar si están de acuerdo o no, y argumentar porque

1- A través de un árbol genealógico es posible observar los rasgos de abuelos, padres e hijos, así como las variaciones que exhiben. Por lo tanto un rasgo puede considerarse como:

B- Una característica propia de los seres de una misma especie
DE ACUERDO PORQUE UN RASGO ES DEFINIDO COMO TIPO DE CABELLO, COLOR DE OJOS O HUEL SEAN SI ESPECIE.

2- El término adecuado para nombrar un rasgo que aparece con mayor frecuencia en las diferentes generaciones de una misma familia es:

B-Rasgo dominante
DE ACUERDO PORQUE EN LA INFORMACION GENETICA HAY RASGOS QUE CUMPLEN A OTROS A LOS QUE MAS SE PRESENTAN SON LLAMADOS DOMINANTES

3- En una familia puede suceder que algunos rasgos se presenten en una generación y en otras no, esto se debe a que:

B – Hay genes que desaparecen y vuelven a aparecer
DE ACUERDO PORQUE HAY RASGOS RESESIVOS QUE SON CULTRADOS POR EL DOMINANTE Y EN ALGUNOS CASOS EL RESESIVO ES RESELEJADO

4-las características semejantes en los integrantes de una familia pasan de generación en generación debido a que:

B- Se adquieren por las características de los abuelos
SI, PORQUE DEBE TENER UNA INFORMACION GENETICA PRINCIPAL PARA SER TRANSMITIDA DE GENERACION EN GENERACION.

5-Teniendo en cuenta que el fenotipo se refiere a los rasgos observables de un individuo, podríamos decir que el genotipo de ese mismo individuo corresponde a:

B- Los rasgos de sus antecesores (abuelos y padres)
DE ACUERDO PORQUE AUNQUE NO SE REFLEJE EL RASGO SIGUE EN SU INFORMACION GENETICA

6- "Si cada planta de guisante tiene dos partículas para cada carácter, una procedente de cada progenitor". Para explicar la frase anterior podemos decir que: