



**Acreditación Institucional
DE ALTA CALIDAD**
Resolución 009527 Mineducación Sep. 6 de 2019

**MODELOS EXPLICATIVOS DE LAS LEYES DE MENDEL EN LOS
ESTUDIANTES DEL GRADO NOVENO Y SU INCIDENCIA EN EL DISEÑO DE
UNA UNIDAD DIDÁCTICA MEDIADA POR TIC**

MARIA ALEJANDRA HERNÁNDEZ BASTO

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

2024

**MODELOS EXPLICATIVOS DE LAS LEYES DE MENDEL EN LOS
ESTUDIANTES DEL GRADO NOVENO Y SU INCIDENCIA EN EL DISEÑO DE
UNA UNIDAD DIDÁCTICA MEDIADA POR TIC**

Autora

MARIA ALEJANDRA HERNÁNDEZ BASTO

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

Asesora

Mg. ANA MILENA LÓPEZ RÚA

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

2024

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias primeramente a Dios, por permitirme culminar este gran logro, haciendo posible lo imposible y mostrando siempre su infinita gracia y misericordia.

A mis padres, hermano y a mi novio por su apoyo, comprensión y motivación en cada una de las etapas del desarrollo de este proyecto.

A mi asesora Mg Ana Milena López Rúa por su acompañamiento, disponibilidad en cada una de las asesorías, por cada enseñanza que aportó considerablemente el desarrollo del proyecto de investigación.

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

A la Institución Educativa Marillac y a los estudiantes de noveno por su disposición, apoyo, interés y participación en el desarrollo de la investigación.

RESUMEN

El propósito de este trabajo de investigación fue describir los modelos explicativos que tienen los estudiantes sobre las leyes de Mendel, su incidencia en el diseño de una unidad didáctica mediada por las TIC; lo cual se desarrolló con estudiantes de grado noveno en la Institución Educativa Marillac del municipio de la Plata – Huila, mediante un estudio cualitativo, de orden descriptivo con estudio de casos, el cual se desarrolló solo el primer momento de indagación de ideas previas, con una unidad de análisis de los modelos explicativos de las leyes de Mendel: cotidiano, mendeliano general, precientífico y mendeliano específico. Como resultados, los estudiantes se encontraron con un modelo cotidiano, porque priman las explicaciones basadas en los espontaneo, en el sentido y en sus creencias populares, la enseñanza de la genética mendeliana, requiere estrategias adecuadas, recursos didácticos y una constante evaluación del aprendizaje en los estudiantes, usando unidades e intervenciones didácticas que favorezcan el uso del lenguaje común cercano al científico, lo cual ayuda al desarrollo de actividades que tengan sentido para los estudiantes, permitiéndoles utilizar herramientas tecnológicas a través del uso de las TIC'S para el diseño de páginas Web, el uso de videos y la elaboración del árbol genealógico a través de Canva. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que no es posible encontrar inicialmente modelos explicativos científicos, debido a que los estudiantes no manejan un lenguaje común ya que no han tenido una intervención de enseñanza que les facilite el uso del lenguaje relacionado con la temática, la mayoría de los estudiantes se encontraron en un modelo cotidiano, debido a que desconocen la estructura molecular del material hereditario, por eso se proponen nuevos lineamientos para el diseño de intervenciones didácticas que incorporen el uso de las TIC.

Palabras claves: Modelos explicativos, leyes de Mendel, TIC

ABSTRACT

The purpose of this research work was to describe the explanatory models that students have about Mendel's laws, its incidence in the design of a didactic unit mediated by ICTs; which was developed with ninth grade students in the Marillac Educational Institution of the municipality of La Plata - Huila, through a qualitative study, of descriptive order with study cases, which was developed only the first moment of inquiry of previous ideas, with a unit of analysis of the explanatory models of Mendel's laws: Day to day, general Mendelian, pre-scientific and specific Mendelian. As results, the students found themselves with a day-to-day model, because explanations based on spontaneity, meaning and popular beliefs prevail. The teaching of Mendelian genetics requires adequate strategies, didactic resources and a constant evaluation of the students' learning, using didactic units and interventions that favor the use of common language close to the scientific one, which helps the development of activities that make sense to the students, allowing them to use technological tools through the use of ICTs for the design of Web pages, the use of videos and the elaboration of the genealogical tree through Canva. According to the results obtained, it can be concluded that it is not possible to find initially scientific explanatory models, because the students do not handle a common language since they have not had a teaching intervention that facilitates the use of language related to the subject. Most of the students were in a day to day model, because they do not know the molecular structure of hereditary material, so new guidelines are proposed for the design of teaching interventions that incorporate the use of ICT's .

Key words: Explanatory models, Mendel's laws, ICT.

CONTENIDO

1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.1	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	9
2	JUSTIFICACIÓN.....	13
3	OBJETIVOS.....	16
3.1	OBJETIVO GENERAL	16
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4	MARCO CONCEPTUAL	17
4.1	MODELOS EXPLICATIVOS	17
4.2	LA MODELIZACIÓN EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	21
4.3	MODELOS EXPLICATIVOS EN EL AULA DE CIENCIAS NATURALES ..	22
4.4	HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA DE LAS LEYES DE MENDEL	24
4.5	MODELOS EXPLICATIVOS DE LAS LEYES DE MENDEL	26
4.6	APRENDIZAJE DE LAS LEYES DE MENDEL	30
5	METODOLOGÍA.....	33
5.1	ENFOQUE Y ALCANCE.....	33
5.2	POBLACIÓN Y CONTEXTO.....	34
5.3	UNIDAD DE TRABAJO	34
5.4	CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	34
5.5	UNIDAD DE ANÁLISIS.....	35
5.6	TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	36
5.7	DISEÑO METODOLÓGICO	37
5.8	PLAN DE ANÁLISIS	37

6	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	38
6.1	INTRODUCCIÓN.....	38
6.2	ANÁLISIS DEL MODELO EXPLICATIVO COTIDIANO	38
6.3	ANÁLISIS DE MODELO ECLÉCTICO O SINTÉTICO	50
6.3.1	Análisis del modelo explicativo Mendeliano general.....	50
6.3.2	Análisis del modelo explicativo Precientífico	57
6.4	TENDENCIA GENERAL DEL GRUPO	60
6.5	LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES DIDÁCTICAS QUE FAVOREZCAN EL APRENDIZAJE DE LA GENÉTICA A TRAVÉS DE LAS TIC	63
7	CONCLUSIONES.....	66
8	RECOMENDACIONES	68
9	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
10	ANEXOS.....	73

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Modelos explicativos relacionados a la transmisión de caracteres hereditarios....	27
Tabla 2. Operacionalización de la Categoría Modelos explicativos sobre las Leyes de Mendel.	35
Tabla 3. Tendencia de los modelos explicativos sobre las Leyes de Mendel.....	60

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Protocolo para el manejo de seres vivos en investigación.....	73
Anexo 2. Consentimiento informado para la participación en investigaciones	74
Anexo 3. Consentimiento informado para manejo de la información	76
Anexo 4. Instrumento recolección de modelos explicativos	77

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La educación es muy diferente en la actualidad, antes consistía en métodos tradicionales donde el profesor llenaba el tablero de conceptos incuestionables, con horarios presenciales donde solo se permitía escuchar largos discursos. Con el pasar de los años, el desarrollo tecnológico ha provocado cambios en todos los ámbitos de la sociedad y especialmente en la educación, es así como en los últimos tiempos en las aulas de clase se han incorporado metodologías innovadoras como la gamificación, el aula invertida entre otras con la finalidad de formar una humanidad más multicultural e incluyente, donde el conocimiento se construye con la ayuda de herramientas proporcionadas por las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).

Es decir, el desarrollo tecnológico se ha ido estableciendo en la educación, y cada día nace la necesidad de implementar nuevos instrumentos que ayudan al proceso de enseñanza y aprendizaje en las diferentes áreas del conocimiento. Uno de esos instrumentos es el desarrollo e implementación de aplicaciones tecnológicas, estas se han convertido en una herramienta didáctica, debido a que desempeña un papel innovador, impulsando a los actores educativos cambiar sus roles, es así como, el docente se convierte en un facilitador, asesor u orientador dinámico del aprendizaje y el alumno debe ser autónomo para edificar su aprendizaje (Berrio, Ramírez y Rodríguez, 2014).

La inclusión de las TIC en los procesos educativos ha traído varias ventajas, algunas de ellas son: incita al estudiante a poner en práctica de manera integrada habilidades, actitudes y conocimiento que lo ayuden a la resolución de problemas en su entorno; amplía el pensamiento científico de tal manera que genera nuevos conocimientos y la comunicación con las personas con el propósito de contribuir a una educación más participativa; y ofrecen la oportunidad de generar retroalimentación efectiva y eficaz entre docente y estudiante cuyo enfoque no sea solo la transmisión del conocimiento sino la práctica. Es importante aclarar en este punto, que las TIC no son el fin sino el medio que sirve como herramienta práctica para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje para

lograr que su uso sea efectivo y eficaz se debe vincular lo pedagógico, didáctico y tecnológico en un proceso planificado como el uso de las unidades didácticas que permita al estudiante y docente tener una organización y una estructura de la temática a trabajar, permitiendo llevar un orden de los contenidos a desarrollar, siguiendo la secuencia en el aula de clase y el nivel educativo alcanzado.

También se han evidenciado algunas problemáticas en la incorporación de las TIC, por ejemplo, la falta de formación en la competencia tecnológica tanto en los docentes como estudiantes, lo cual genera que no se usen o se utilicen de manera inadecuada y no se obtengan los mejores resultados. La falta de formación sobre las TIC ha mostrado que los docentes al momento de dirigir los procesos de aprendizaje y enseñanza, siguen utilizando materiales analógicos como guías, talleres, carteleros y prácticas magistrales para exponer los contenidos. Lo anterior genera en los estudiantes desmotivación, desinterés por el aprendizaje y en muchos casos rechazo hacia las asignaturas y pueden conllevar a un bajo desempeño académico.

El área de ciencias naturales no ha sido ajena a la situación descrita, además, a través del diálogo, los estudiantes manifiestan la insatisfacción que perciben con respecto al método de enseñanza, porque el aprendizaje apunta a la memorización de conceptos y el docente es el único que tiene el conocimiento y el estudiante solo actúa como receptor. Es por esto que “se hace necesario reflexionar sobre el origen de los obstáculos que los estudiantes encuentran en el aprendizaje de la biología, así como proponer metodologías innovadoras” (Caballero *et al.*, 1997, p. 229) que no apunten a las mismas prácticas tradicionales sino lograr transformarlas para que los estudiantes adquieran un aprendizaje significativo.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente por Caballero (1997) la problemática relacionada con el aprendizaje de las leyes de Mendel, nos lleva a buscar soluciones innovadoras para lograr que los estudiantes evolucionen sus modelos explicativos en relación a la temática de la genética mendeliana, este es uno de los contenidos del área de ciencias naturales donde los estudiantes presentan obstáculos para comprender sus diferentes conceptos. Es así como plantean su investigación Arzola *et al.*, (2011) titulada “importancia de los modelos explicativos en el aprendizaje de la biología” hacen una

introspección en los modelos explicativos mostrando la importancia de impulsar en los estudiantes la construcción desde la naturaleza de la biología la necesidad de trabajarlos en el aula de clase.

Adicionalmente, Caballero (2008) expone algunas dificultades relacionadas con la genética mendeliana como el manejo de conceptos, el cálculo de frecuencias y probabilidades, la falta de conocimientos adecuados sobre la reproducción sexual de las plantas. Esto último se debe a que los estudiantes no saben diferenciar entre la reproducción en plantas y la reproducción en animales, lo que implica un gran obstáculo para comprender con claridad las leyes de Mendel.

Por su parte, Fingi y De Micheli (2005) mencionan que existe un desinterés temático sobre genética mendeliana “leyes de Mendel” en estudiantes a nivel de secundaria, debido a la cantidad de contenidos lo cual genera un conflicto en los estudiantes para establecer una relación apropiada. Finalmente, Iñiguez y Puigcerver (2013) confirman en su estudio que “la enseñanza de la genética es uno de los temas de la biología que resulta más difícil, entre muchas cosas porque el modelo tradicional de enseñanza aplicado a los mecanismos de transmisión de la herencia biológica dificulta un verdadero aprendizaje” (p. 309).

Otra de las causas de la problemática y que se evidencian principalmente en el contexto de esta investigación en la Institución educativa Marillac de la Plata son la falta de prácticas de laboratorios para evidenciar lo teórico, además, la institución no cuenta con recursos tecnológicos suficientes para que los estudiantes puedan interactuar de formas diferentes con el conocimiento y así alcanzar un aprendizaje significativo.

De seguir la problemática se tendrán consecuencias, la primera, posiblemente se obtendrán resultados académicos bajos en las pruebas externas como internas, la segunda, es la apatía para estudiar carreras relacionadas con la genética, la tercera, desmotivación hacia el aprendizaje de las ciencias naturales y finalmente, una baja calidad en los estudiantes con respecto a la preparación y manejo del contenido.

Para dar una posible solución a la problemática del aprendizaje de la genética mendeliana “leyes de Mendel” descrita anteriormente, se deben implementar herramientas y/o metodologías que ayuden a mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes con el

fin de recrear una conexión de actores bajo un mismo escenario. Es decir, los docentes en su práctica de aula deben introducir nuevas herramientas didácticas que ayuden no sólo al aprendizaje de contenidos sino también del saber hacer y su actitud, que puedan fortalecer al alumno en su creatividad e ingenio para despertar su interés por aprender un conocimiento científico. Un ejemplo de esto fue el trabajo realizado por los investigadores Piña y Ortiz (2015) en su estudio evidenciaron que “el videojuego les ayudó a comprender mejor los conceptos de genética y las leyes de herencias que permitió que los estudiantes consiguieron aplicar los conceptos previamente discutidos dentro del videojuego y la resolución de problemas” (p. 15).

Otro aspecto que se debe tener en cuenta para proponer una solución, es establecer una buena estrategia didáctica que genere actividades que sean auténticas para el estudiante y logre aplicar lo aprendido en diferentes contextos y esto se puede lograr al incluir casos de herencia refiriéndose al ser humano para que el aprendizaje de la genética pueda verse más favorecido si se hace desde la realidad y los intereses del alumno.

En resumen, la problemática de este trabajo se centra en la dificultad del aprendizaje de la genética mendeliana “las leyes de Mendel” debido a diversos factores mencionados anteriormente que desaniman al estudiante. Para dar solución a este trabajo se van a dar unos lineamientos didácticos para diseñar una unidad didáctica que ayude en el proceso de aprendizaje relacionados con el objeto de estudio y así motivar a los estudiantes para que fortalezcan sus capacidades en torno al manejo del contenido y al desarrollo de problemas de genética. Dado así, las TIC no es el fin sino el medio y por esto que se hace necesario establecer unos lineamientos didácticos para el diseño de una unidad didáctica que ayude a fortalecer el trabajo realizado.

Tomando como base todo lo anterior, este estudio tiene como finalidad responder la siguiente pregunta investigativa:

¿Cuáles son los modelos explicativos que tienen los estudiantes del grado noveno sobre leyes de Mendel y de qué manera inciden en el diseño de una unidad didáctica mediada por TIC?

2 JUSTIFICACIÓN

Conocer los modelos explicativos de las personas frente a un fenómeno, es de vital importancia para los procesos educativos, dado que de ellos se derivan los obstáculos de diferente naturaleza que tienen los estudiantes y que deben ser el punto de partida de toda intervención didáctica.

Es por lo anterior, que este trabajo cobra relevancia, dado que permitirá identificar los modelos explicativos de los estudiantes sobre las leyes de Mendel y a partir de ellos se aportarán unos lineamientos didácticos para el diseño de una unidad didáctica, para que profesores de biología tengan criterios orientadores para que diseñen sus propias intervenciones sobre cualquier fenómeno biológico.

Es importante aclarar que este proyecto solo tiene el alcance del momento inicial, dado el acceso que la investigadora tiene a la unidad de trabajo es limitado. En tal sentido, solo se indagará por los modelos explicativos iniciales y estos serán insumos para crear lineamientos didácticos que ayuden a diseñar una unidad didáctica mediada por TIC.

Teniendo en cuenta lo anterior, la principal población que se beneficiará de la propuesta son los profesores, quienes en primera instancia podrán tomar el trabajo como un modelo que posibilite el diseño de sus propias intervenciones. Asimismo, porque los lineamientos didácticos que se diseñen, tiene como base los modelos explicativos iniciales de los estudiantes y esto les dará luces sobre las dificultades que deben intervenir a la hora de enseñar la genética mendeliana.

De acuerdo a la problemática detectada en esta investigación y a la revisión de algunos autores se encontró la necesidad de generar una intervención innovadora que mejore el aprendizaje de las leyes de Mendel y lograr una movilización de los modelos cotidianos a modelos más sofisticados con relación a la temática. Es así que de esta manera se construirán unos lineamientos didácticos que ayuden a diseñar una unidad didáctica para enseñar de diferente manera y así motivar a los estudiantes y se den cuenta que se puede aprender haciendo uso de las TIC.

Hoy en día, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se han vuelto una herramienta importante para el quehacer diario del ser humano ya que permite fortalecer las relaciones interpersonales, trayendo un beneficio económico y social. Las TIC

han enriquecido los ambientes de aprendizaje en las diferentes áreas del conocimiento como las ciencias naturales ya que han influido tanto en el proceso de enseñanza como de aprendizaje. Estas han permitido que los estudiantes puedan acceder a un método didáctico que aporte en la construcción del conocimiento y fortalecimiento de competencias básicas y necesarias para enfrentar los beneficios de la sociedad actual.

Las TIC abre un abanico de posibilidades para ser trabajadas en educación, una de ellas es poder aprovechar las diferentes herramientas que ofrece para el diseño de unidades didácticas. Las TIC han avanzado mucho como recurso educativos beneficioso para la educación. También se puede observar que la combinación de tecnología y diferentes recursos de aprendizaje se han convertido en un tema de investigación. Debido a la emergencia sanitaria provocada por el COVID – 19, muchos docentes han tenido que utilizar diferentes recursos educativos para que los estudiantes puedan trabajar con mayor facilidad y adquirir diferentes habilidades y fortalecer la comprensión de textos, la expresión oral, etc.

Esta investigación se basa desde un aspecto teórico, debido a que las leyes de Mendel son la base principal de la genética y es uno de los contenidos más importantes de la asignatura de biología del área de ciencias naturales, siendo así de gran relevancia dentro del currículo. Por tanto, el generar estrategias didácticas tecnológicas para el aprendizaje de las leyes de Mendel de los estudiantes ayuda a fomentar en ellos habilidades que les permitan interactuar, expresar y vincularse de forma adecuada con el docente, y lograr que la teoría y la práctica sean más sencillas de trabajar en el aula de clase.

En este orden de ideas es importante saber cuáles son los modelos explicativos con los que los estudiantes llegan al aula de clase y sobre el concepto de las leyes de Mendel, de acuerdo a esto mirar que elementos claves aportan para la solución de la problemática planteada de esta investigación, evaluar el proceso de aprendizaje, el aporte a la didáctica y la construcción de metas por los estudiantes que les permita participar en la realidad socio ambiental.

Finalmente, esta investigación contribuirá en los siguientes aspectos:

- En lo didáctico a las ciencias naturales, en cuanto a la investigación y el reconocimiento de las dificultades de aprendizaje y la creación de nuevas herramientas de enseñanza y aprendizaje.
- En cuanto a los estudiantes será de beneficio ya que el docente tendrá diferentes herramientas para ser utilizadas en el proceso de aprendizaje y serán de gran ayuda para la solución de las dificultades y resolución de problemas con actividades llevadas a la realidad.
- A la institución educativa, debido a que se podría establecer en una nueva forma en que los maestros pueden asumir la enseñanza, explorando los conocimientos previos con los que llegan los estudiantes.
- En el ámbito regional esta herramienta contribuirá a que los estudiantes, a largo plazo puedan enriquecer su estudio con respecto a la temática de las leyes de Mendel y logren mejorar los resultados de las pruebas internas y externas.
- En lo personal en cuanto al aporte y creación de nuevas herramientas que ayuden al desarrollo de la clase desde la práctica y la innovación desde el apoyo tecnológico.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Describir los modelos explicativos que tienen los estudiantes de noveno grado sobre las leyes de Mendel y su incidencia en el diseño de una unidad didáctica mediada por TIC.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar los modelos explicativos iniciales que tienen los estudiantes sobre las leyes de Mendel del grado noveno de la institución educativa Marillac.
- Aportar lineamientos didácticos para el diseño de una unidad didáctica mediada por TIC, que favorezca la movilización de los modelos explicativos de los estudiantes sobre las leyes de Mendel

4 MARCO CONCEPTUAL

En este marco conceptual se exponen las investigaciones que permitieron delimitar las teorías y aquellos constructos necesarios para dar solución a los objetivos de este trabajo. Es por esto que un marco teórico es el encargado de definir, ubicar y dar sentido al problema permitiendo describir, comprender, interpretar y explicar.

Para la realización del marco teórico se analizaron autores que han expuesto en su investigación teorías y conceptos en proceso del aprendizaje de las leyes de Mendel. En esta fase se realizó un estado del arte con relación a la categoría y subcategorías en cuanto a la relación de constructos a trabajar como los modelos explicativos y el aprendizaje por medio de las TIC. De acuerdo con estas ideas se hace necesario reforzar en sus objetos de estudio y con el propósito de profundizar y generar herramientas que ayuden al aprendizaje.

4.1 MODELOS EXPLICATIVOS

Los modelos conceptuales son representaciones externas, compartidas por una determinada comunidad y consistentes con el conocimiento científico que esa comunidad posee (Moreira et al., 2002). Desde este punto de vista, es importante reconocer los modelos conceptuales que se han tejido a lo largo de la historia de la ciencia y diseñados por expertos, pues se constituyen en puntos de partida obligados por la comunidad científica y para los procesos de enseñanza.

Cabe decir que, dentro del campo de enseñanza y aprendizaje, es imperante identificar la manera como las personas interpretan y adquieren sus conocimientos, dado que, esto permitirá reconocer el mundo de representaciones y cómo estos pueden construirse, reconstruirse y cambiar en estos contextos educativos, para ello, es necesario tener en cuenta los modelos explicativos que dan cuenta sobre este proceso, pues dentro de este, están quienes construyen sus conocimientos en base a modelos proporcionales puros, teniendo en cuenta el valor funcional de las imágenes mentales en la construcción de representaciones (Tamayo y Sanmartí, Estudio multidimensional de las representaciones mentales de los estudiantes. Aplicación al concepto de respiración, 2003).

Por otro lado, se encuentran aquellos que se centran en describir, comprender y transformar dichos procesos de construcción de conocimientos en pro de facilitar la adquisición de los mismos, ya que, es indispensable que se transformen las formas como se ha venido impartiendo las enseñanzas a través de los años, donde, se tenga más en cuenta la participación del estudiante y su aprendizaje, reduciendo las incertidumbres, y realizando retroalimentaciones en aras de generar un proceso recíproco entre estudiantes - docentes.

Cabe señalar que los modelos explicativos, pueden remontarse desde diferentes perspectivas de conocimiento, entre los cuales se encuentra en el modelo científico, este permite dar cuenta sobre los fenómenos seleccionados, en este, es fundamental realizar una investigación previa, dado que, es un modelo que permitió la creación de leyes y teorías primarias, lo cual, demarca una complejidad de interpretación y explicación de los fenómenos, dependiendo del nivel académico requerido, ya sea, universitario o científico (López y Mota, 2019).

En este orden de ideas, se encuentra el modelo curricular, en este se explica el fenómeno natural específico teniendo en cuenta el nivel de educación básico, aterrizado a las capacidades cognitivas de quienes reciben dicho conocimiento (López y Mota, 2019), este último, debe estar planteado dentro de un contenido temático establecido en un currículo escolar, para así adoptar el modelo a las necesidades del plantel institucional. Por otro lado, se encuentra el modelo estudiantil, el cual, puede verse de dos formas, por un lado, “por medio de los reportes de investigación sobre conceptualizaciones espontáneas y, otra, mediante la evocación de sus modelos mentales por medio del uso de técnica conversacionales” (López y Mota, 2019).

Cabe señalar que, los modelos pueden ser clasificados o interpretados de diversas formas, en el caso, de los espacios escolares, es necesario diferenciar el contexto académico del científico pues, la manera como se lleva a cabo varía de la temática y la manera como el docente trasmite sus explicaciones; pues, desde una modalidad científica, se puede proporcionar explicaciones acerca de las razones por la cual se da un fenómeno y la forma en cómo se desenvuelven, lo cual, permite responder a las preguntas del por qué y para qué, mediante la aplicación de unas leyes de manera determinada, pues, la visión heredada de la explicación científica permite al individuo no solo preguntarse el por qué de un fenómeno,

sino que también da pie a contestar otras preguntas relacionadas, como por ejemplo, ¿cómo es posible?, ¿cómo es de hecho? y ¿cómo es? (Diéguez, 2013).

En este sentido, se puede entender que un modelo explicativo les ofrece a los estudiantes una clave que les permite interpretar un fenómeno, así como, comprender el modo en que estos hacen uso de su capacidad cognitiva frente a cualquier fenómeno, de allí, se sustenta la importancia de hacer explícitos dichos modelos iniciales y “sobre esa base construir modelos que tienen una función explicativa y están organizados como estructuras implícitas de conceptos, pues en su construcción, el estudiante al seleccionar ciertas variables e ignorar otras, no siempre actúa con intencionalidad” Arzola et al. (2011).

En este marco cobra un especial sentido el aprendizaje a través de modelos, entendidos como conocimientos escolares idealizados sobre la realidad que permiten comprenderla e interactuar con ella, tanto en las clases de ciencias como en la vida personal. Se trataría con ello de aprender no solo los modelos de la ciencia escolar, sino también las capacidades para trabajar con ellos, elaborarlos y revisarlos, así como hablar y opinar acerca de estos, entendiendo su valor, su utilidad, su carácter aproximativo y cambiante, y también sus limitaciones (Quintero Cajiao, 2018, p.36).

Así mismo, es necesario recabar que con el paso del tiempo, las estrategias educativas han cambiado significativamente, no solo por cuestiones sociales y estructurales, sino, también por la necesidad de que los estudiantes puedan rendir académicamente en cada una de las asignaturas impartidas dentro de las instituciones educativas, para que estos puedan hacer uso de sus aprendizajes en cada una de las áreas sociales, políticas, familiares, económicas, personales y culturales, por las cuales atraviesa en su cotidianidad.

Dicho de esta manera, los modelos permiten la enseñanza y aprendizaje de nuevas formas de conocimiento, pues su fin, es lograr que los estudiantes puedan adquirir nuevas experiencias, así como, que estos determinen la eficacia de los modelos puestos en discusión, y, por último, comprender aquellos modelos históricos en los diferentes campos de enseñanza. Por lo tanto, el uso de los modelos con estos propósitos se constituye en una estrategia para la cualificación de la enseñanza de las ciencias, la cual, podría potenciarse a

través de la identificación de los obstáculos frente al aprendizaje como puente entre los modelos mentales y las actividades de enseñanza (Tamayo *et al.*, 2014):

Las representaciones mentales son lo que la gente tiene realmente en su mente y lo que le guía el uso de las cosas. En su construcción influyen la percepción visual, la comprensión del discurso, el razonamiento, la representación del conocimiento y la experticia. Están orientadas, a su vez, por los conocimientos técnico-científicos de la persona, por su experiencia previa, por la forma en que procesamos la información y por aspectos motivacionales frente al contexto en que se construyen.

De acuerdo con lo anterior, las representaciones mentales, van a ser un elemento fundamental dentro de este proceso transformativo educativo, dada que, es necesario identificar las capacidades predictivas, pues, le facilitará a los individuos comprender y explicar los fenómenos sociales que hacen parte de su cotidianidad, posibilitando que pueden predecir comportamientos y conductas en su entorno, lo cual, permite reconocer sus creencias, ideologías y lógica cognitiva construido por sí mismos; así mismo, las representaciones mentales, son imperantes en cada situación, entreviendo la complejidad de cada fenómeno presentando, dándole una explicación que pueda ser comprendida mediante un lenguaje que se pueda comunicar y sea fácil de entender; además, tiene implicaciones importantes en el inicio y la conclusión del ciclo de aprendizaje, pues el estudiante toma conciencia de su modelo explicativo al inicio, y de los cambios que ha experimentado al final, contribuyendo así a la regulación del aprendizaje (Gálvez, 2021, citando a Aliberas *et al.*; 1989); esto deja entrever, que los modelos explicativos son dinámicos, incompletos, inespecíficos, parsimoniosos y que evoluciona permanentemente al interactuar con el contexto, ya que, pueden ser usado de forma adecuada por los sujetos en los contextos en los que ellos se desenvuelven (Tamayo *et al.*, 2014, citando a Vosniadou *et al.* 1997).

4.2 LA MODELIZACIÓN EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

La modelización es una línea de investigación actual en la Didáctica de las Ciencias que trata de dar un marco teórico para resolver la representación del pensamiento de los estudiantes. Con el uso de la denominación de “modelo mental” se han englobado problemáticas cognitivas de aprendizaje de errores conceptuales, ideas previas, esquemas alternativos, representaciones de conocimiento, entre otros, por lo que el término modelo mental se ha cargado de polisemia, con lo que es difícil entender qué quieren decir los autores cuando lo utilizan (Gutiérrez, 2001, citado por Fernández et al., 2005).

Para Adúriz et al., (2009) la comunicación comprensiva entre individuos puede lograrse cuando comparten modelos mentales sobre determinado fenómeno. El flujo del conocimiento desde los expertos hacia los estudiantes (novatos) es una cadena de comunicación así:

a. Los científicos construyen modelos mentales expertos acerca de determinados fenómenos, dichos modelos están en la mente de los científicos y sólo son discutibles entre ellos, definiendo finalmente Modelos científicos.

b. Los docentes “simplificamos” los modelos científicos y construimos nuestros propios modelos mentales acerca de ellos. Para comunicar a los estudiantes estos Modelos de Ciencia Escolar, utilizamos una variada gama de Representaciones Didácticas, que involucran complementariamente diferentes lenguajes (verbales, gráficos, visuales, matemáticos, entre otros) (Galagovsky et al., 2003, citado por Adúriz, 2009).

c. Los estudiantes construyen sus propios modelos mentales idiosincrásicos, en función de la información que reciben de sus profesores y de los textos. Éstos se basan generalmente en el “sentido común” y son muy cercanos a la realidad perceptible (Galagovsky y Adúriz, 2001).

Frente al conocimiento de los modelos mentales y al uso que se les dé para la enseñanza y aprendizaje de los conceptos científicos, encontramos diferentes tendencias. En primer lugar, es posible considerar los modelos mentales, bien desde perspectivas de análisis unidimensional o multidimensional, como tipos de representaciones estáticas en las que el propósito final es la construcción del modelo mental sobre un concepto determinado

y; en segundo lugar, fijar la atención más en el proceso que lleva a la construcción del modelo mental (Orrego y Tamayo, 2013).

4.3 MODELOS EXPLICATIVOS EN EL AULA DE CIENCIAS NATURALES

Por otro lado, respecto a los modelos explicativos en las ciencias naturales, es importante comprender como los estudiantes perciben el mundo desde sus diferentes perspectivas, vivencias y contextos, lo cual da explicación a los fenómenos y situaciones que allí convergen e interceden con sus realidades, ya que las interpretaciones de este puede darse desde modelos de aprendizajes mentales o por representaciones de estos, pues, “los modelos mentales son análogos estructurales del estado de cosas, eventos u objetos, del mundo. Las personas operan cognitivamente con modelos mentales” Arzola et al. (2011).

Desde esta perspectiva, dichas representaciones mentales se les denomina “modelos teóricos”, quienes, representan la realidad por medio de diversas relaciones y además, esto se da, gracias al trabajo de la comunidad científica, a raíz, de espacios de discusión, análisis, reflexión y experimentación en torno a un fenómeno en particular, para luego concluir y consecuentemente elaborar nuevas hipótesis o supuestos, prologando que, la ciencia cambie y evolucione, lo cual se denomina cambio conceptual, en el cual, influyen las capacidades intelectuales y cognitivas de las personas, respecto a sus condiciones históricas, sociales y culturales.

Cabe mencionar que dentro del escenario institución educativo, se puede ver reflejado roles marcados entre el estudiante, quien es el que recibe la información, y el docente, el cual, imparte dichos conocimientos, en este escenario se puede ubicar la enseñanza de las ciencias desde diferentes paradigmas o modelos teóricos, los cuales, fundamenta una visión de las ciencias; en el caso del modelo positivista, en este, solamente se considera como científico todo aquel planteamiento que puede ser sometido a la prueba del método científico: desde la observación hasta la experimentación., dado que, la verdad existe y por lo tanto, el científico debe seguir un protocolo que está diseñado paso a paso: observación, clasificación, comparación, medición, inferencia, predicción, formulación de hipótesis, comunicación, interpretación de datos, experimentación (Zúñiga, 2018). De

acuerdo con esto, el docente, debe hacer ver esa verdad que fue descubierta y su responsabilidad es entenderla, interpretarla y explicarla a sus estudiantes.

Cabe señalar que durante mucho tiempo, esta fue una doctrina educativa implementada con la finalidad de que el estudiante recibiera la información sin refutarla, pues, no había cabida para adjetivar dicha teoría, pues, el estudiante, se le considera como el poseedor de una estructura cognitiva que soporta el proceso de aprendizaje, así como, la integración progresiva y procesos de asimilación e inclusión de las ideas o conceptos científicos, mientras que, el docente, sigue teniendo el papel de guía en el proceso de enseñanza y aprendizaje, en la cual, debe utilizar herramientas metodológicas, de explicación y aplicación (Ruiz, 2007), sin embargo, en la actualidad se ha venido cambiando esa visión hegemónica y homogenizante de la enseñanza de las ciencias.

En el caso del construccionismo, este tiene en cuenta el papel activo de los estudiantes dentro del salón de clases, ya que, es un sujeto que posee conocimientos previos y es necesario incorporarlos en el proceso de aprendizaje; además, para ese entonces, se tenía en cuenta teorías psicológicas cognitivas, entre las cuales, se encuentra la Teoría del Aprendizaje, donde se evidenciaba que los estudiantes se interesaban por los temas impartidos a partir de poner en marcha sus conocimientos previos; la teoría del cambio conceptual, la cual, permitía identificar cambios importantes en el procesos de adquisición de aprendizajes, ya que, los estudiantes podían opinar acerca sobre las teorías planteadas y así, poder construir o moldear otras (Zúñiga, 2018).

Por ende, es fundamental comprender el razonamiento cognitivo de los estudiantes, como estos están entendiendo, comprendiendo e interpretando cada uno de los conceptos, principios y características de los temas impartidos en las Ciencias Naturales, dado que esto, posibilitará al profesor y demás actores académicos, crear y fortalecer herramientas didácticas que potencien el raciocinio de cada uno de estos alumnos.

La enseñanza de la biología y su aprendizaje, se articula bajo representaciones de ideas, teorías, leyes, que pretenden ser enseñadas, siendo un problema el poder representar de mejor manera un modelo que explique el pensamiento de los científicos, docentes y estudiantes y que finalmente, conduzcan a un aprendizaje “puesto que cuando el alumno estudia biología inicia una situación

de aprendizaje escolar, ya lleva su particular visión explicativa del fenómeno que se le propone aprender” (Arzola et al., 2011, p. 11, citando a Quintanilla, 2000).

De esta manera, es necesario que los modelos explicativos en las ciencias naturales posibiliten que los estudiantes puedan organizar, describir y explicar sus observaciones del mundo natural y de laboratorio, para que de esta manera, el aprendizaje pueda ser más significativo, ya que, al utilizar los modelos elaborados por los científicos es necesario también que los estudiantes comprendan la naturaleza y las funciones de los modelos utilizados en la ciencia (Antonio, Gallarreta, y Merino, 2005), pues, es fundamental que haya una relación analógica que debe ser entendida y comprendida por los estudiante en su totalidad y naturaleza metafórica.

Este proceso de modelización de las ciencias, les permite a los estudiantes desarrollar una amplia variedad de comprensiones en torno a dicha noción, ya que, en las situaciones de enseñanza y de aprendizaje los estudiantes pueden conocer, comprender y elaborar modelos y además desarrollar una mejor comprensión de los procesos y propósitos de la ciencia junto con los contenidos mediante la modelización. Dado que, el proceso de modelización es una parte significativa en las ciencias, pues los estudiantes obtienen algunos conocimientos sobre los modelos en la ciencia y su papel en la construcción del conocimiento científico, permitiéndoles construir sus propias representaciones, limitaciones y conclusiones (Antonio, Gallarreta y Merino, 2005).

4.4 HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA DE LAS LEYES DE MENDEL

Las leyes de Mendel son un conjunto de reglas básicas para transferir características de los organismos progenitores a sus descendientes. Las reglas se consideran más que pautas porque no satisfacen en todos los casos, por ejemplo, cuando los genes están ligados, es decir, están en el mismo cromosoma. Los principios básicos de la herencia forman la base de la genética, resaltar que, estas leyes se basaron en trabajos de Gregor Mendel publicados en 1865 y 1866, pero fueron ignoradas en gran medida hasta que fueron redescubiertas en 1900.

Es oportuno mencionar que, Gregor Johann Mendel (1822-1884) era un monje botánico austriaco que estableció las leyes básicas de la herencia, pues, con tan solo 21 años Mendel entró en el monasterio de St. Thomas en Brunn, Austria (actualmente Brno Checoslovaquia) en donde, tomó sus votos en 1847; No fue hasta (4) cuatro años más tarde que se incorporó a la Universidad de Viena donde estudió ciencias y matemáticas; ya cuando regresó a Brunn instruyó biología y física durante los próximos 14 años siguientes. En ese tiempo estudió acerca de la transmisión de siete pares de rasgos en guisantes y sus semillas en el jardín del monasterio, pues, estas plantas se reproducen sexualmente y su progenie son el resultado de la unión de un gameto masculino y un gameto femenino (Álvarez, 2007).

Es preciso señalar que Mendel, fue el primero en realizar estas reflexiones con una base experimental sistemática que poseía un marco teórico adecuado, no obstante, no obtuvo el reconocimiento que se esperaba; y fue hasta 1900 que los biólogos Correns, de Vries y Tschermack realizaron una revisión a las hipótesis propuestas por Mendel, adquiriendo así una dimensión manifiesta hasta transformarse indiscutiblemente en la base de la teoría genética actual. Cabe decir que en el inicio de los experimentos con los guisantes (1856), había tres tipos diferentes de aproximaciones de la herencia; por un lado, se encontraban los hibridadores (heterocigotos), en donde se encontraban J. Kolreuter y Gartner, estos al igual que Mendel tenían como objetivo demostrar que el cruzamiento de especies diferentes no podía dar origen a nuevas especies, sustentando una postura fijista contraria al transformismo (Faas y Salvatico, 1998).

En este orden de ideas, se encuentra los agrónomos, entre estos se encuentran T.Knight y J. Goss, los cuales compartían un interés por la hibridación de variedades con Mendel, sin embargo, Mendel se diferencia de ellos dado que ellos no enfocaban el problema de la herencia más que como una cuestión práctica, desinteresándose mayormente de hallar sus leyes fundamentales, Mendel sumó a la motivación práctica una preocupación teórica. Ya, por último, con los biólogos teóricos, aquí, se encontraba Charles Darwin respecto al control de la herencia de la evolución de las especies, en comparación con Mendel, este se enfocaba, descubrir el mecanismo con que la herencia interviene en la transmisión de caracteres de generación en generación (Faas y Salvatico, 1998). Estos

aportes Mendelianos fueron reconocidos tardíamente, debido a la teoría de la herencia por mezcla, dado que esta explicaba a cabalidad el fenómeno de la herencia dando cuenta sobre sus características, aspectos que la teoría de Mendel no lograba “explicar”.

De esta manera, surgieron las tres Leyes de Mendel que explican los caracteres de la descendencia entre dos individuos, son solo dos leyes mendelianas de transmisión “la Ley de segregación de caracteres independientes (2ª ley, que, si no se tiene en cuenta la ley de uniformidad, es descrita como 1ª Ley) y la Ley de la herencia independiente de caracteres (3ª ley, en ocasiones descrita como 2ª Ley); La (1) primera Ley, instaure que durante la formación de gametos, cada alelo de un par se separa del otro miembro para determinar la composición genética de los gametos hijos.

Es de mencionar que Mendel concluyó de su investigación que las características de las plantas se transmiten a través de los elementos genéticos de los gametos. Estas características se conocieron como "genes", introduciendo el concepto de elementos genéticos dominantes y recesivos y concluyó que estos elementos (genes) se distribuyen al azar durante la formación de los gametos. Mendel también finiquitó argumentando que las plantas heredan cada uno de sus rasgos independientemente de los demás (Álvarez, 2007).

Ya en la (2) segunda Ley, menciona que diferentes rasgos son heredados independientemente unos de otros, no existe relación entre ellos, por lo tanto, el patrón de herencia de un rasgo no afectará al patrón de herencia de otro (Torres Ramírez, 2018). Por otro lado, se puede mencionar la (3) tercera Ley de Mendel, la cual, es acerca de la independencia de los caracteres no antagónicos, en esta se planteó cómo se heredarían dos caracteres, cruzando guisantes con diferentes texturas y colores, donde concluyo que los caracteres color y textura eran independientes (Sánchez, 2002).

4.5 MODELOS EXPLICATIVOS DE LAS LEYES DE MENDEL

Respecto a los modelos explicativos que se dan a raíz del concepto de los modelos explicativos de las leyes de Mendel, estas últimas, se entienden como el “conjunto de reglas básicas sobre la transmisión por Herencia de las características de los organismos padres a sus hijos (cualquiera sea la especie)” (Casas, 2020); en este sentido se pueden

hablar de 3 leyes fundamentales: 1- Ley de uniformidad de los híbridos, 2 - Ley de la segregación y 3 - Ley de transmisión independiente o de la independencia de los caracteres.

El estudio de las leyes de Mendel ha llevado a programas de investigación de alto impacto en la biología que favorezcan a los estudiantes para que adquieran conocimientos científicos y sobre genética, temas que se encuentran en continua revisión y construcción por parte de la comunidad de investigadores; es de mencionar que, dentro de los modelos que explican la ley de Mendel y la Herencia, se encuentran diferentes autores que dan sustento sobre los diferentes paradigmas, características y perspectivas por las cuales consideran que se da explicación a esta temática. De acuerdo con esto Casas (2020) retoma diversos autores que dan cuenta sobre las diferentes perspectivas de Modelo de explicación de las leyes mendelianas (herencia).

Tabla 1. Modelos explicativos relacionados a la transmisión de caracteres hereditarios

Cardona (2008)	
Preformismo y epigénismo	El primero da predominancia a uno de los sexos, (el preformismo animalista al sexo masculino y el ovista al sexo femenino), el segundo reconoce el papel de sexo masculino y del femenino.
Mezcla fusión de caracteres:	Postula la existencia de rasgos intermedios a partir de principios masculinos y femeninos que se mezclan.
Atavismo o reversión de tipo	Presencia de características atávicas (de abuelos), en los hijos que no parecen haber pertenecido a algún antepasado
Herencia particulada	Las características de los progenitores no se mezclan ni se fusionan en la descendencia, cada carácter se transmite por separado de los demás y los descendientes heredan caracteres de ambos progenitores, aunque no se manifiesten en algunas generaciones.
Herencia mendeliana, y postmendeliana	Se añade el modelo molecular de la herencia proveniente de la dilucidación de la microestructura de los genes: la secuencia de los nucleótidos.

Nota. Fuente: Tomado de (Casas, 2020) pág. 58

Gonzales (2014)	
Cotidiano	Son las creencias populares acerca de la herencia.
Preformista	Los nuevos individuos se preformaban dentro del cuerpo materno y que el padre solo proveía la “chispa vital” necesaria para comenzar el desarrollo del embrión.
Herencia Mezcladora	La unión de los gametos provoca la mezcla de las gémulas de los dos progenitores. Cuando se combinan los óvulos y los espermatozoides, se produce una mezcla de material hereditario que resulta en una combinación semejante a la mezcla de dos tintas de diferentes colores. Tanto los machos como las hembras contribuían en la descendencia.
Herencia de Caracteres adquiridos	Los rasgos que cada individuo adquiere durante su vida pueden ser transmitidos a sus descendientes. Las adaptaciones de los seres vivos al medio ambiente se fijan y se propagan a las generaciones sucesivas, es decir, que estos caracteres son heredables.
Mendeliano (Precientífico)	Cada característica está determinada por dos copias del gen cada uno proveniente de un progenitor. Los alelos pueden ser dominantes o recesivos y cada gameto posee una copia de alguno de los dos alelos. Los alelos se segregan en los gametos. Existe la misma probabilidad de heredar los alelos del padre o la madre

Nota. Fuente: Tomado de (Casas, 2020) pág. 58

Amaya y Pulido (2017)	
Popular	Posee conocimientos y apreciaciones adquiridas por medio de experiencia y observaciones del entorno, no obstante, no cuenta con respaldo científico.
Herencia Mezcladora	De acuerdo con este concepto, cuando se combinan los óvulos y los espermatozoides, se produce una mezcla de material hereditario que da por resultado una combinación semejante a la mezcla de dos tintas de diferentes colores. Según esta hipótesis, se podría predecir que la progenie de un animal negro y de uno blanco sería gris y que, a su vez, su progenie también lo sería, pues el material hereditario blanco y negro, una vez mezclado, nunca podría separarse de nuevo.

Caracteres adquiridos	Con dependencia de las exigencias del ambiente y debido a su uso o su desuso, los órganos en los seres vivos se hacen más fuertes o débiles, más o menos importantes, y estos cambios adquiridos durante la vida de los individuos se transmiten de los padres a la progenie. Como ejemplo de esta teoría se tiene el cambio del cuello de las jirafas.
Mendeliano	Las características heredadas se llevan en unidades aisladas que se reparten por separado – se redistribuyen– en cada generación. Estas unidades aisladas, que Mendel llamó elemento, son las que hoy conocemos como genes.

Nota. Fuente: Tomado de (Casas, 2020) pág. 58

Cadauid y Giraldo (2018) adaptado de Gonzales (2014)	
Cotidiano	Son las creencias populares acerca de la herencia. Un ejemplo de ello es que los caracteres se heredan por medio de la sangre, o que en la sangre se lleva toda la información hereditaria. Se cree que el papá pasa más información por ser de carácter dominante.
Preformista	unas dentro de otras. Todas las generaciones se encontraban preformadas
Herencia mezcladora	Darwin (1856) La unión de los gametos provoca la mezcla de las gémulas de los dos progenitores. Cuando se combinan los óvulos y los espermatozoides, se produce una mezcla de material hereditario que resulta en una combinación semejante a la mezcla de dos tintas de diferentes colores. Tanto los machos como las hembras contribuían en la descendencia
Herencia de Caracteres adquiridos	Lamarck (1809) los rasgos que cada individuo adquiere durante su vida pueden ser transmitidos a sus descendientes. Las adaptaciones de los seres vivos al medio ambiente se fijan y se propagan a las generaciones sucesivas, es decir, que estos caracteres son heredables
Mendeliano general	Se considera la herencia desde una visión molecular, donde participan ADN y genes, sin considerar conceptos como dominante y recesivo.
Mendeliano específico	Mendel (1860) Cada característica está determinada por dos copias del gen cada uno proveniente de un progenitor. -Los alelos pueden ser dominantes o recesivos y cada gameto posee una copia de alguno de los dos alelos. Los

	alelos se segregan en los gametos. Existe la misma probabilidad de heredar los alelos del padre o la madre.
Reproductivo	Thomas Hunt Morgan (1911) Una visión de transmisión de caracteres más enfocada al proceso de división celular, más ligada a la reproducción y fecundación que a la transmisión de caracteres hereditarios. Los cromosomas son estructuras presentes solo en el proceso de división.
Post mendeliano	Modelos de herencia ligada al sexo, dominancia incompleta, codominancia alelos múltiples y pleiotropía.

Nota. Fuente: Tomado de (Casas, 2020) pág. 60

4.6 APRENDIZAJE DE LAS LEYES DE MENDEL

Es de mencionar que, la genética se instauró como un eje transversal en la enseñanza de la biología, principalmente porque los docentes tienen una alta estima de la materia, esto relacionado con las implicaciones sociales y éticas respecto a los derechos humanos, especialmente, en lo que implica la manipulación genética, la tecnología del ADN, la clonación, transgenes, etc. Por este motivo, es de interés investigar esta ciencia, especialmente las dificultades que enfrentan los estudiantes en el aprendizaje de los contenidos.

Por lo tanto, la enseñanza de la genética mendeliana puede considerarse un punto de inflexión en los aprendizajes en el desarrollo del área de biología, ya que está, puede impartirse a la par que con las leyes de Newton y de esta manera, hacer una comparación, dado que, también son la base del desarrollo de la física, pues se tiene en cuenta, que han sido precursores del campo de la biología, no obstante, Mendel fue el primero en formular con precisión una nueva teoría de la herencia expresada en lo que se conoció como "Leyes de Mendel" y es a partir del estudio sistematizado, riguroso de corte positivista que se tiene el avance en el campo de la genética y con ello en su apropiación conceptual; cabe decir que, las leyes de Mendel son un conjunto de reglas básicas para la herencia de rasgos de los organismos progenitores a su descendencia, independientemente de la especie (Arzate *et al.*, 2019)

Sin embargo, en el campo de la educación, los estudiantes a menudo no saben cómo se transmiten los rasgos de padres a hijos o por qué una especie tiene ciertos rasgos, lo cual conduce a la enseñanza de la genética en secundaria y toda una ráfaga de teoría de la biología celular, siendo esto, un verdadero desafío para el profesor moderno, ya que, cuando estos conceptos se introducen en la educación, la genética y la biología quedan al margen, porque es difícil abstraerse y escapar de lo que está más cerca del alumno.

Este problema se agudiza en las instituciones educativas que parecen seguir alejándose de la enseñanza enciclopédica para facilitar el análisis crítico de los estudiantes a la luz de la teoría científica; además, esta interpretación de la forma en que se enseña la genética no permite a los estudiantes interactuar con compañeros o profesores, ya que, estos últimos son sólo transmisores de conceptos, mientras que los estudiantes son receptores pasivos de información. (Rojas Agudelo y Salazar, 2019)

Se puede percatar que, las herramientas y estrategias didácticas clásicas no conducen al cambio conceptual ni al desarrollo de habilidades básicas, pues esto, se puede entrever en la dificultad de los estudiantes para comprender los conceptos básicos de la genética, puesto que, es necesario que las actividades de aprendizaje sean pensadas y diseñadas en base a su contribución al aprendizaje integral y completo de los estudiantes, tanto en lo personal como en lo profesional. Parafraseando a Rojas Agudelo y Salazar (2019), la complejidad del estudio de la genética en la educación secundaria radica en gran medida en la naturaleza de sus conceptos, lo que se ve reforzado por el hecho de que deben aplicarse a estrategias de aprendizaje que son inherentemente complejas (p.46).

Lo anterior se da, debido a que, en el aula de clases, estas cuestiones se abordan predominantemente desde un enfoque descriptivo, por así decirlo, informativo, olvidando que el contenido disciplinar de un campo debe darse teniendo en cuenta su significado contextual, sin embargo, se sigue desconociendo la importancia que tiene el tema en las ciencias naturales. La integración de las perspectivas histórica y epistemológica en la educación científica ha sido reconocida como importante en los últimos años, por ejemplo, Velásquez Sierra (2008) citando a Matthews (1994) identificó la necesidad de una

educación científica contextualizada, en otras palabras, introducir una dimensión histórica en la educación científica, ya que esta última debe tener en cuenta el contexto social e histórico en el que se construye el conocimiento y esto se puede hacer presentando la historia de la ciencia en el aula.

Por lo tanto, es fundamental, desarrollar aproximaciones a los contextos de construcción de conocimiento, que permita la interpretación de teorías científicas precursoras de conocimiento, así como, las conocidas actualmente, lo cual permita exponer que, la ciencia posee unas bases biológicas y científicas, pero, que con el paso del tiempo dichas teorías pueden complementarse, refutarse y cambiarse en los procesos de dialogo e interlocución en las académicas y salones de clases, además, permite evaluar problemas que surgen y se desarrollan en relación con fenómenos o problemas específicos en el ámbito escolar, así como comprender y resolver dificultades experimentales y conceptuales a las que se enfrenta la comunidad científica en diferentes entornos (Velasquez Sierra, 2008).

5 METODOLOGÍA

5.1 ENFOQUE Y ALCANCE

La presente investigación se realizó bajo el enfoque cualitativo con alcance descriptivo. Según Hernández et al., (2014) la investigación cualitativa se enfoca en comprender los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con su contexto. Debido a este interés particular, el trabajo no recogió datos numéricos ni presentó resultados cuantitativos. Además de ello, la naturaleza del fenómeno es cualitativa, pues la información proporcionada fue resultado de instrumentos de lápiz y papel, lo que no implicaba un tratamiento estadístico.

Por tal motivo, el enfoque cualitativo, posibilita la indagación y validación de la información de los fenómenos estudiados, haciendo que se formulen conclusiones de lo encontrado a partir de la realidad social investigada; por lo tanto para el investigador, el estudio de los individuos y el espacio donde convergen, es fundamental, ya que sus dinámicas suelen contemplarse de manera natural al encontrarse en su lugar de confluencia; es una información veraz y flexible, con diferentes interpretaciones y que puede ser corroborada con la teoría, ya que según Rendon (2021) citando a Sampieri (2006) “el enfoque cualitativo utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación”, es decir, los resultados se miden a través de características subjetivas de acuerdo con el objeto de investigación.

El estudio fue descriptivo porque tuvo como interés realizar caracterizaciones a partir de los datos, así como interpretaciones e inferencias de las respuestas de los estudiantes. Asimismo, no se profundizó en el análisis de las declaraciones escritas por parte de los estudiantes, dado que, el trabajo se centró solo en el análisis de saberes previos y no se tuvieron otras fuentes de información que triangular.

5.2 POBLACIÓN Y CONTEXTO

La población que se utilizó como objeto de estudio en esta investigación, fueron estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa Marillac del municipio de la Plata, departamento del Huila, pertenecientes a los estratos 2 y 3. El tamaño de la población fue de 27 estudiantes de los cuales 15 eran mujeres y 12 eran hombres. Los estudiantes se encuentran entre los 14 y 16 años de edad. Además, se encuentran en un nivel económico medio bajo, esta población se caracteriza por tener familias disfuncionales, ambos factores influyen en la población estudiantil en cuanto a los actitudinal y comportamental frente a los procesos académicos.

5.3 UNIDAD DE TRABAJO

La investigación se realizó con 27 estudiantes pertenecientes al grado noveno de la institución Educativa Marillac del municipio de la Plata, quienes corresponden a la totalidad del grupo. Los estudiantes eran de grado noveno, dado que los derechos básicos de aprendizaje proponen las Leyes de Mendel en este nivel escolar.

5.4 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Todo proceso investigativo debe contemplar principios éticos especialmente cuando se trabaja con seres humanos. Siguiendo entonces estos principios, se plantearon tres instrumentos de protocolo para proteger los derechos de los estudiantes teniendo en cuenta que ellos son menores de edad:

Formato de protocolo para el manejo de seres vivos en investigación

Este instrumento exigido por el comité de bioética de la Universidad Autónoma de Manizales garantiza que en ninguna de las acciones, procedimientos o fases del proceso ponen en riesgo a los participantes (ver anexo 1).

Consentimiento informado para la participación en investigaciones

Este instrumento certifica que los estudiantes y sus acudientes conocen los propósitos de la investigación, decidieron participar libre y voluntariamente en el proceso y

que los resultados reposaran en los archivos de la Universidad Autónoma de Manizales (ver anexo 2).

Consentimiento informado para manejo de la información

Este formato certifica que el investigador explicó a los acudientes los propósitos de la investigación (ver anexo 3).

5.5 UNIDAD DE ANÁLISIS

El desarrollo de la investigación está centrado en los modelos explicativos sobre las leyes de Mendel.

Tablas 2. Operacionalización de la Categoría Modelos explicativos sobre las Leyes de Mendel.

Categoría	Subcategorías	Indicadores
Modelos explicativos sobre leyes de Mendel (Casas, 2020)	Cotidiano	- Los estudiantes explican la herencia genética desde el sentido común. - Los estudiantes explican la transmisión de caracteres desde las creencias populares.
	Mendeliano general	- Los estudiantes tienen una visión que el ADN y los genes participan en la transmisión de los caracteres, sin considerar conceptos como dominante y recesivo.

	Precientífico	- Los estudiantes comprenden que cada característica está determinada por dos copias del gen, cada uno proveniente de un progenitor. - Los estudiantes reconocen que los alelos pueden ser dominantes o recesivos y cada gameto posee una copia de alguno de los dos alelos.
	Mendeliano específico	- Los estudiantes comprenden que los alelos se segregan en los gametos. Existe la misma probabilidad de heredar los alelos del padre o la madre.

Nota. Fuente: Elaboración conjunta con la asesora a partir de Casas (2020)

5.6 TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para el desarrollo de este trabajo, se tuvo en cuenta como técnica la recolección de la información un instrumento de lápiz y papel, el cual fue previamente validado a través de juicio de dos expertos y una prueba piloto.

El instrumento de modelos explicativos, se diseñó como un cuestionario estructurado en diez (10) preguntas abiertas relacionadas con las leyes de Mendel (ver anexo 4). Se aplicó a 27 estudiantes de grado noveno.

Cabe aclarar que el instrumento solo se aplicó inicialmente y este fue el insumo para que a partir de los obstáculos identificados se estructuren o definan lineamientos didácticos que orienten el diseño de una intervención didáctica mediada por TIC. No se aplicó en una segunda fase, dado que la investigadora ya no tuvo acceso a la unidad de trabajo.

5.7 DISEÑO METODOLÓGICO

Figura 1. *Diseño metodológico de la investigación.*



Nota. Fuente: Elaboración conjunta con la asesora.

5.8 PLAN DE ANÁLISIS

Una vez recolectada y transcrita la información, esta se sistematizó en matrices, dentro de las cuales se seleccionaron las oraciones con sentido dadas por los estudiantes y con estas, se realizó un análisis del contenido. Asimismo, se seleccionaron los marcadores discursivos que permitieron ubicar las respuestas de los estudiantes en los distintos modelos explicativos.

Para el ejercicio de validez y rigurosidad se empleó la triangulación teórica que permitió respaldar las inferencias realizadas por la investigadora con los autores empleados en los antecedentes y el marco teórico.

6 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado se presentan los resultados y sus respectivos análisis. Cabe aclarar que solo se relacionan los datos del momento inicial; es decir, modelos explicativos iniciales sobre genética, dado que no se realizó intervención didáctica, sino que estas fueron el insumo para aportar lineamientos didácticos que favorezcan la elaboración de unidades didácticas para el aprendizaje de la genética. Las preguntas realizadas pueden ser consultadas en la sección de anexos de este documento.

Para una buena interpretación de los análisis por parte del lector, se presenta a continuación la codificación empleada:

Modelo cotidiano en letra **roja**

Modelo precientífico en letra **morada**

Modelo Mendeliano general en letra **azul**

Modelo Mendeliano específico en letra **verde**

Los estudiantes fueron asignados con la letra E, numerados del 1 al 27

Para identificar la respuesta se asignó la letra R acompañado de la letra P con el número al cual equivale la pregunta; por ejemplo, RP1 significa respuesta a la pregunta número 1.

A continuación, se presenta un análisis por cada modelo explicativo encontrado.

6.2 ANÁLISIS DEL MODELO EXPLICATIVO COTIDIANO

19 de los 27 estudiantes, se ubican en el modelo explicativo cotidiano, el cual se caracteriza por el uso de lenguaje cotidiano y por explicaciones relacionadas con las creencias populares, tal como se aprecia en las siguientes respuestas:

RP2E3: *Los hijos de el saldrían completamente bien sus dedos **ya que el hombre nacio bien si algún daño en sus dedos, el daño ocasionado fue más después**, asi que no creo que los hijos del hombre salgan con algún daño en su dedos.*

RP9E3: *creo que aquí sería depende de **descendiente** que salga, así que saldrían de **pelaje corto con las orejas no tan caídas**.*

RP2E4: *Los hijos saldrán con los **dedos normales**, por que eso no faectan en nada de que su papá no lo tenga por causa del accidente.*

RP4E9: *Porque el tipo de piel de el niño no es oscuro*

Porque su tipo de pelo es diferente a los padres B

Y porque los padres b son muy diferentes al niño.

RP5E12: *Yo me parezco a mi abuelo por su color de piel y a mi abuela por su cabello rizado.*

RP6E19: *Pues el hijo será blanco por que su madre es blanca y el hijo de la familia negra va a ser negro por que su madre es negra.*

RP8E25: *Porque el color purpura es mucho mas potente que el color blanco*

Como se observa en las respuestas, los estudiantes tienen en cuenta principalmente los rasgos que son observables a la vista; es decir, los físicos para explicar los parecidos o no entre parientes. Al respecto, Pozo y Gómez (1998), señalan que es habitual que los estudiantes realicen explicaciones a partir de lo que perciben con los sentidos, bien sea de lo perceptible a la vista o por aquello que escuchan en sus contextos cotidianos. Esto, se nota claramente en RP4E9, RP6E19 y RP5E12, donde los estudiantes establecen que el parentesco con un familiar está determinado por rasgos como el color de piel y/o el cabello.

Lo anterior, nos lleva a reconocer que en general en este modelo, la gran mayoría de estudiantes desconocen la molécula portadora de la herencia, los estudiantes no reconocen la estructura molecular del material hereditario ni tampoco los procesos que este sufre durante la transmisión de información genética, lo cual se encontró también en la investigación de Barrero (2014) con estudiantes de 8°.

Ahora bien, llama la atención la respuesta de E25 a P8, en la que señala el concepto de “*potente*”, del cual se infiere que posiblemente hace referencia a la dominancia de un gen sobre otro, aunque de manera intuitiva, igual que en su momento lo hizo Mendel, quien reconoció que un carácter podría predominar sobre otro, pero de manera inmediata no lo llamó dominancia.

En este sentido, Guerrero (2018) señala que los estudiantes emplean conceptos cotidianos como “fuerte” para atribuir una característica que se superpone sobre otra de los

progenitores; es decir, donde hay dominancia y que en su momento pueden constituir un obstáculo de aprendizaje.

Por otro lado, de las respuestas generadas se pueden establecer varias afirmaciones; inicialmente, existe un conocimiento limitado en cuanto a la transmisión genética. Las respuestas sugieren que los estudiantes pueden tener una comprensión limitada de los principios genéticos. Por ejemplo, se hacen afirmaciones incorrectas sobre la herencia de ciertos rasgos físicos y la influencia de los padres en la descendencia. También existe una confusión sobre la herencia de rasgos: Algunas respuestas indican confusión sobre cómo se heredan ciertos rasgos, como los dedos, el pelaje o las orejas, y sobre si un accidente en el padre puede afectar a la descendencia.

Otra limitación percibida en este campo está en la asociación de rasgos con la apariencia: Los estudiantes tienden a asociar los rasgos genéticos con la apariencia física, como el color de piel y el tipo de cabello, sin una comprensión clara de los mecanismos genéticos subyacentes. Adicionalmente, otras respuestas son vagas o confusas, lo que sugiere que los estudiantes pueden no tener un conocimiento sólido de los conceptos genéticos y pueden estar basando sus respuestas en suposiciones o creencias personales en lugar de datos científicos.

Ante lo anterior, y haciendo énfasis en el tema, se estaría ante un caso en el cual los estudiantes podrían estar comprendiendo lo fenotípico (la apariencia física) sin contar con una comprensión clara o una relación de carácter explicativo que se asocie con lo genotípico. Dicho de otro modo, los alumnos participantes reconocerían ciertos rasgos como resultado de los procesos genéticos, pero, sin entender del todo como los mismos se determinarían por la genética como tal. Así, esta falta de conexión podría entenderse como una distancia o brecha entre la manifestación en la apariencia física y los conceptos genéticos asociados.

En lo relacionado con el primer conjunto de respuestas, se observa que los estudiantes tienen un conocimiento básico de la herencia genética. Son capaces de identificar la relación entre los padres y los hijos, y de comprender que los rasgos físicos se

transmiten de generación en generación. Sin embargo, los participantes tienen algunas concepciones variadas sobre la genética. Por ejemplo, creen que los rasgos adquiridos no se transmiten a la descendencia, y que los rasgos recesivos solo se manifiestan en los individuos que tienen dos copias del alelo recesivo. Si bien los estudiantes son capaces de identificar la relación entre los padres y los hijos, y de comprender que los rasgos físicos se transmiten de generación en generación. Por ejemplo, en la respuesta RP2E3, el estudiante identifica correctamente que el daño en los dedos del padre no se debe a un rasgo genético, sino a un accidente. En la respuesta RP4E9, el estudiante reconoce que el color de la piel y el tipo de pelo son rasgos que se heredan de los padres.

Ante lo anterior, se debe mencionar que los alumnos poseen un conocimiento mixto acerca de la genética; por una parte, reconocen un entendimiento básico de la herencia a través de los genes, al reconocer la relación entre padres e hijos, junto con la diferenciación que existe entre rasgos hereditarios y adquiridos. Aquí sería importante mencionar que en la educación básica sobre genética resulta común asociar los principios mendelianos simples sin profundizar en las complejidades de los modelos y de todo lo que conlleva lo anterior. Los estudiantes entenderían, en este caso, como los principios mendelianos establecen las reglas fundamentales de la herencia genética y demostrarían un entendimiento básico; sin embargo, lo anterior podría variar de acuerdo con la claridad que presenten los alumnos sobre este tema en particular.

Los estudiantes también tienen algunas concepciones diversas sobre la genética. Por ejemplo, en la respuesta RP9E3, el estudiante entiende que los rasgos recesivos solo se manifiestan en los individuos que tienen dos copias del alelo recesivo. En la respuesta RP2E4, el estudiante considera que los rasgos adquiridos no afectan a los rasgos genéticos. En la respuesta RP5E12, el estudiante cree que los rasgos físicos se heredan de los abuelos. Aquí sería importante profundizar sobre el tipo de rasgos que son adquiridos, lo cual implicaría una mayor profundidad en cuanto a la utilización de instrumentos para medir el conocimiento de la genética mendeliana por parte de los alumnos. En la respuesta RP6E19, el estudiante afirma que el color de la piel de los hijos se determina por el color de la piel

de los padres. En la respuesta RP8E25, el estudiante cree que los rasgos dominantes son más fuertes que los rasgos recesivos.

Lo anterior expone como los estudiantes reflejan una comprensión general de los principios básicos de la genética, según el marco de referencia de las leyes de Mendel asociada a temas como los rasgos recesivos, los rasgos adquiridos, la herencia física y los principios de dominancia y recesividad. También, se aprecia un conocimiento general sobre los postulados de la herencia tales como la dominancia, la recesividad, la segregación independiente y la transmisión de los alelos. No obstante, hay que considerar que esta es una percepción inicial y quizá se desconozca, por parte de los alumnos participantes, sobre la profundidad de temas como la herencia genética que se transmite desde los abuelos o la complejidad en la transmisión del color de piel.

A modo de ejemplo, algunas deducciones que se pueden establecer en este punto con relación a las respuestas presentadas son las siguientes:

- **RP2E3:** El estudiante cree que los rasgos adquiridos no se transmiten a la descendencia. En este caso, el estudiante cree que el daño en los dedos del padre no se transmitirá a sus hijos. Aquí es importante mencionar que la genética ha demostrado que los rasgos adquiridos, como las cicatrices y los tatuajes, no se transmiten a la descendencia.
- **RP9E3:** El estudiante cree que los rasgos recesivos solo se manifiestan en los individuos que tienen dos copias del alelo recesivo. En este caso, el estudiante cree que los descendientes de los perros de pelo corto y orejas caídas solo tendrán pelo corto y orejas caídas si tienen dos copias de los alelos recesivos para estos rasgos. Sin embargo, la genética ha demostrado que los rasgos recesivos pueden manifestarse en los individuos que solo tienen una copia del alelo recesivo. No obstante, si bien existen modelos hereditarios no mendelianos como la codominancia o la dominancia incompleta, este trabajo se basa en las leyes de Mendel y la genética clásica, donde estos principios no aplican y puede que no sean del todo conocidos por parte de los estudiantes participantes de la investigación

- **RP2E4:** El estudiante cree que los rasgos adquiridos no afectan a los rasgos genéticos. En este caso, el estudiante cree que el accidente que causó el daño en los dedos del padre no afectará a los dedos de sus hijos. No obstante, la genética ha demostrado que los factores ambientales, como las lesiones, pueden afectar a los rasgos genéticos. Aquí resulta importante afirmar que si bien existen diversos factores como químicos, físicos y biológicos (incluidos virus) pueden afectar la estructura del ADN y, por ende, los rasgos genéticos, la idea de que las lesiones causan directamente alteraciones genéticas que se transmiten a la descendencia es cuestionable. Esta propuesta se asemeja al lamarckismo, una teoría evolutiva desacreditada que asociaba las características adquiridas durante la vida de un individuo con su descendencia.
- **RP4E9:** El estudiante cree que el color de la piel y el tipo de pelo son rasgos independientes. En este caso, el participante cree que el niño no tiene el color de piel de sus padres porque tiene un tipo de pelo diferente. En esto, hay que mencionar que la tercera ley de Mendel establece que los genes que controlan diferentes características se segregan independientemente unos de otros. Esto significa que la herencia de un rasgo no está influenciada por la herencia de otro rasgo, lo que implica que pueden existir diversas interpretaciones en este punto sobre la manera en que se heredan el color de piel y el tipo de pelo.
- **RP5E12:** El estudiante cree que los rasgos físicos se heredan de los abuelos. En este caso, el estudiante cree que se parece a su abuelo por su color de piel y a su abuela por su cabello rizado.

Dentro del modelo cotidiano se encuentran otras respuestas que llamaron la atención:

RP3E9: *Los conejitos no salieron grises pues los genes de el macho eran muchos notorios que los de la hembra.*

RP3E5: *Pues que el papá de los conejitos no puso lo suficiente para que salieran negros y por eso salieron gricis.*

RP10E22: *Yo creo que saldrían algunas con flores rojas y tallo liso, flores rojas tallo rugoso, flores morados tallo liso, flores moradas tallos rugosos. Creo que saldrían así porque sus características principales se combinan.*

RP8E24: *Fueron purpuras porque fue la que aporte mas células y a la hora de mezclar salieron así*

RP6E26: *Yo digo que del color negro ya que el espermatozoide y ovulo que implantan son de ese color y ella lo único que hace es prestar su barriga mas no lo otro puede que salga con características de ellas pero muy pocas.*

Hasta este punto se puede ver como los alumnos han demostrado contar con conocimientos básicos sobre la herencia de los rasgos genéticos asociados con los principios generales de las Leyes de Mendel. Por ejemplo, RP3E9 muestra un acercamiento con la segunda ley, desde la cual se puede afirmar que el color de la descendencia depende de la combinación de alelos heredados de ambos padres, no de la "fuerza" de los genes individuales, algo que contrastaría con la respuesta proporcionada. Por otro lado, la RP3E5 conversa con la primera ley, en la cual se evidencia como el estudiante menciona, en sus palabras, el hecho de que la cantidad de aporte genético del padre no influye en la expresión del fenotipo dominante. También, en RP10E22, desde sus palabras, se puede ver cómo, al parecer comprende el hecho de que la herencia de cada característica se determina por la combinación de alelos específicos heredados de los padres.

En RP3E9 el estudiante desde el lenguaje común, hace referencia al concepto de dominancia y recesividad, al manifestar que unos genes son más notorios que otros, denotando la existencia de algo que predomina y por ello, no se mezclan los colores de los conejos. Sin embargo, en RP3E5 podría establecerse que se explica el mismo concepto, pero afirma que hay una mezcla entre el color negro y blanco, lo cual se ubica en explicaciones de la Herencia mezcladora, dado que el estudiante expresa que se produce una mezcla de material hereditario, tal como lo plantea Lamarck (1809), que al mezclar dos tintas de distinto color se obtiene otro color como resultado de la fusión.

El estudiante resalta en su explicación, que ciertos rasgos característicos se obtienen de la mezcla de sus componentes, en este caso el color gris resultante de la mezcla de un color claro con un oscuro; así mismo lo expresa Gonzales García (2004), basada en los planteamientos de Curtis (2000), al afirmar que “Cuando se combinan los óvulos y los

espermatozoides, se produce una mezcla de material hereditario que resulta en una combinación semejante a la mezcla de dos tintas de diferentes colores”; es por ello, que emplean marcadores discursivos como *combinan* y *mezclar*.

En este grupo se reconoce una confusión entre genética y apariencia física: Las respuestas muestran una tendencia a asociar la apariencia física de los estudiantes con sus abuelos y antecedentes familiares. Esto sugiere que algunos estudiantes pueden no entender completamente que la genética es un campo más complejo que abarca una amplia gama de rasgos y no se limita solo a la apariencia. Adicionalmente se percibe una falta de comprensión de la herencia genética: Los estudiantes pueden no estar completamente conscientes de cómo se transmiten los rasgos genéticos de una generación a otra. Algunas respuestas sugieren que asocian la similitud o diferencia con sus abuelos a la genética de manera simplista.

Seguido a esto se perciben suposiciones basadas en la apariencia física: Las respuestas indican que los estudiantes pueden hacer suposiciones sobre su parecido con sus abuelos basándose únicamente en características físicas, como el color de la piel o los rasgos faciales. Esto podría ser una oportunidad para discutir cómo los genes pueden influir en una amplia gama de rasgos, incluidos aquellos que no son visibles a simple vista. Desde otra perspectiva, y como dato particular, se puede apreciar como existe una falta de conocimiento sobre la historia familiar: Algunos estudiantes parecen no estar familiarizados con su historia familiar o no tener información sobre ciertos parientes, como sus abuelos. Esto destaca la importancia de fomentar la comunicación y la comprensión de la historia familiar en el contexto de la genética.

Adicionalmente, existe una conciencia de características específicas: En algunas respuestas, los estudiantes mencionan características o rasgos específicos que relacionan con sus abuelos. Esto podría servir como punto de partida para discutir cómo ciertos rasgos pueden heredarse y cómo otros factores, como las cirugías, pueden influir en la apariencia. En general, hasta este punto las respuestas sugieren que los estudiantes pueden tener una comprensión limitada o simplista de la genética y la herencia.

Así, las respuestas presentadas en este punto pueden ser interpretadas como evidencia de que los estudiantes tienen un conocimiento básico de la herencia genética, pero también de que tienen algunas concepciones variadas sobre este tema. Los estudiantes son capaces de identificar las relaciones parentales, y de comprender que los rasgos físicos se transmiten de generación en generación. Por ejemplo, en la respuesta RP5E3, el estudiante identifica correctamente que el parecido con la abuela paterna es debido a la genética. En la respuesta RP7E9, el estudiante reconoce que la mujer puede tener la nariz respingada si nació con ella.

Sin embargo, los estudiantes también tienen algunas precisiones generales sobre la genética. Por ejemplo, en la respuesta RP5E11, el estudiante cree que el color de piel es independiente del color de ojos, donde, en otras palabras, la herencia de un rasgo no está influenciada por la herencia de otro rasgo. Los genes se segregan al azar durante la formación de los gametos, y cada gameto recibe un alelo de cada gen del progenitor. En la respuesta RP5E26, el estudiante piensa que el parecido con la abuela es debido a que comparten el mismo apellido. En este punto se observa que existe una necesidad de una comprensión sólida de la genética: Las respuestas indican que los estudiantes pueden tener conceptos erróneos sobre la genética. Esto destaca la importancia de enseñar la genética de manera efectiva en las escuelas secundarias para garantizar que los estudiantes tengan una comprensión sólida de los principios genéticos.

RP5E3: *Me parezco bastante a mi abuela paterna, en lo que me parezco a ella es el color de piel y los ojos, son bastantes parecidos, aunque por mi abuelo paterno, es más por la cejas y estatura, y esto sería debido a que mi papa tiene bastante parecidos a los rasgos de mi abuelo, y supongo que por mi abuela no me parecería tanto porque no tenemos una genética similar.*

RP7E9: *No, por que la mujer se hizo la cirugía para arreglarse la naris, si hubiera nacido con la naris respingada podría ser que si.*

RP5E11: *Pues yo digo que no me aparezco por a mi abuela o ni abuela por mi abuelo es blanco mi abuela es morenita le saque al color de mi abuela pero que me parezca a ellos no.*

RP5E26: *No creo que me parezca ya que no conozco a mi abuelo paterno pero a mi abuela si y lo único que tengo que identifica es una mancha de nacimiento que solo las tienen los que que tiene nuestro apellido.*

De acuerdo a las respuestas anteriores, “los estudiantes en la comprensión de estos temas presentan 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). Esto debido a que no identifican porque heredaron ciertos rasgos de sus padres y todo concepto lo sacan desde sus creencias populares o de lo que ellos pueden percibir en el medio que los rodea.

En este grupo de respuestas se encuentran unas apreciaciones distintas con relación al resto de las respuestas encontradas. Las respuestas indican que los estudiantes tienden a asociar la apariencia física con la genética y los antecedentes familiares. Mencionan características como el color de piel, los ojos, la nariz, la estatura, las cejas y las manchas de nacimiento al describir su parecido con sus abuelos. Una de las respuestas sugiere que la cirugía para cambiar la forma de la nariz podría influir en el parecido con los abuelos. Esto indica una falta de comprensión sobre cómo la cirugía estética no afecta la genética heredada, sino solo la apariencia física.

Varias respuestas mencionan el color de piel al discutir el parecido con sus abuelos. Esto puede indicar una percepción común de que el color de piel es un rasgo genético importante. Adicionalmente, algunas respuestas mencionan que el conocimiento de los abuelos o la historia familiar puede influir en la percepción del parecido.

En contraste con los grupos de estudiantes anteriores, se evidencia que los estudiantes poseen un entendimiento básico de la herencia genética. Pueden identificar la relación entre padres e hijos y comprenden que los rasgos físicos se heredan de una generación a otra. No obstante, presentan algunas ideas erróneas sobre genética. Por ejemplo, creen que los rasgos adquiridos se transmiten a la descendencia.

A manera de ejemplo, se pueden destacar las siguientes conclusiones relacionadas con las respuestas presentadas:

- En **RP5E3**, el estudiante cree que los rasgos adquiridos no se transmiten a la descendencia. En este caso, asocia el parecido con la abuela paterna a la genética y el parecido con el abuelo paterno a la herencia de rasgos de su padre. No obstante, la cirugía estética es un rasgo adquirido y no se hereda.
- En **RP7E9**, el estudiante piensa que los rasgos recesivos solo se manifiestan en individuos con dos copias del alelo recesivo. En esta respuesta, cree que la mujer no puede tener una nariz respingada debido a una cirugía. Ahora bien, se estaría ante un caso de comprensión general de la genética mendeliana donde se entiende de manera particular que los rasgos recesivos pueden manifestarse en individuos con una sola copia del alelo recesivo, no solo en homocigotos recesivos.
- En **RP5E11**, el estudiante supone que los rasgos genéticos se transmiten de forma independiente. En este caso, considera que el color de piel es independiente del color de ojos. Por otro lado, se ha demostrado que los rasgos genéticos están controlados por genes que pueden estar vinculados entre sí. En este caso se podría argumentar que el estudiante, en sus palabras, se relaciona con la definición de epítasis, la cual, si bien no forma parte de las Leyes de Mendel, si está relacionada con la genética mendeliana en algunos aspectos. Este concepto se puede entender como una interacción génica que modifica la expresión de los alelos. Así, mientras la genética mendeliana se centra en la herencia individual de genes, la epítasis muestra que expresión de un rasgo puede depender de la interacción de múltiples genes.
- En **RP5E26**, el estudiante cree que los rasgos genéticos se transmiten a través de la sangre. En esta respuesta, relaciona el parecido con la abuela con el hecho de compartir el mismo apellido. No obstante, los rasgos genéticos se heredan a través de los genes y no a través del apellido.

En este punto se puede inferir que los estudiantes tienden a asociar la apariencia física con la genética y los antecedentes familiares. Esto puede servir como punto de partida para discutir la herencia genética y cómo los genes influyen en la apariencia de las

personas. Algunos estudiantes muestran una falta de comprensión sobre la diferencia entre la cirugía estética y la herencia genética. Creen que la cirugía puede influir en la genética, lo que indica una necesidad de aclarar conceptos erróneos.

De manera resumida, las respuestas de los estudiantes revelan una conexión intuitiva entre la apariencia física y la genética, lo que proporciona una base sólida para abordar conceptos más avanzados de genética en el aula. Ahora bien, también muestran la necesidad de aclarar conceptos erróneos, como la influencia de la cirugía estética en la genética, y destacar la importancia de una comprensión más completa de la genética que va más allá de la apariencia física.

A partir del análisis de las respuestas de los estudiantes y su relación con la genética mendeliana, se podría inferir que los alumnos cuentan con un conocimiento básico y puntual de lo relacionado a las Leyes de Mendel y su aplicación en casos cotidianos, donde se destaca, principalmente, como a través de las palabras y términos propios de los participantes se vislumbran indicios acerca de las maneras como la genética mendeliana ha podido ser interpretada con concepciones particulares. Es interesante destacar como algunos estudiantes usan un vocabulario específico relacionado con la genética para referirse a los casos abordados, lo que indica una cierta familiaridad con los conceptos básicos. También se ve como los estudiantes intentan explicar sus observaciones desde sus razonamientos, lo que podría entenderse como un interés en comprender la genética (Arzola, Muñoz, Rodríguez y Johanna, 2011).

Así, la enseñanza efectiva de la genética mendeliana en la educación básica es un desafío importante que requiere estrategias adecuadas, recursos didácticos apropiados y una constante evaluación del aprendizaje de los estudiantes. Al abordar este desafío, se puede fomentar una comprensión profunda de este tema, y también se puede preparar a los estudiantes para tomar decisiones informadas sobre su salud, el medio ambiente y la sociedad en general (Arzate Fernandez, 2019).

6.3 ANÁLISIS DE MODELO ECLÉCTICO O SINTÉTICO

Como se ha evidenciado en líneas anteriores, existe la tendencia a encontrar respuestas eclécticas por parte de los estudiantes, donde coexisten dos modelos o más. Es por ello, que en algunos ejemplos de respuestas se puede apreciar la presencia de dos o más colores. Al respecto Vosniadou y Brewer (1992) señalan que la coexistencia de modelos es habitual en las respuestas que los estudiantes brindan a preguntas relacionadas con los fenómenos de las ciencias, pues se forman en el intento de dar una respuesta a clara y comprender el mundo; es así, como es posible encontrar explicaciones cotidianas combinadas con algunas precientíficas o con mendeliano general.

A continuación, se presentan los análisis de los modelos explicativos Mendeliano General y Precientífico, aclarando que las respuestas siempre estuvieron acompañadas del modelo cotidiano.

6.3.1 Análisis del modelo explicativo Mendeliano general

En cuanto a este modelo no se evidencia una tendencia específica en los estudiantes, pero si se ubican algunas respuestas de acuerdo a las características del modelo explicativo precientífico la cual indican que los estudiantes tienen una visión del ADN y que los genes participan en la transmisión de los caracteres, esto sin considerar los conceptos de dominante y recesivo, así como lo muestran las siguientes respuestas:

RP10E2: *Saldrian concinadas con características iguales eso depende de que **dominante sea mayor***

RP3E3: *Como dice el texto anterior Martha compro “un macho negro y un hembra blanca”. Martha pensó que saldría gris, porque tal vez sus **colores se mezclarían**, pero aquí la respuesta es que los 4 conejos que saliero de color negro y no gris. Acá **el dominante** es el mayo y la hembra no, ya que siempre hay algo que los dos tuvieron, pero el **dominante aquí fue el macho**.*

RP6E7: ***El niño saldrá de color negro ya que es el color de piel de sus padres y no tiene nada queber el que la mujer que los esta engestando sea de color blanca, porque tanto el ADN de la madre y el padre ósea genéticamente los padres son de piel negra, por lo tanto su hijo tambien saldré de piel negra.***

RP1E8: *A mi papá ya que es gracias a su **genética y gen dominante***

RP3E13: *El gen dominante es del macho y el de la hembra recesivo.*

RP3E20: *Porque el conejo negro era dominante*

RP6E23: *Depende de lo que ocurra en la división de células y todo el proceso que convenga para crear a un individuo, ahí se dividen los genes y decide al dominante y recesivo*

De acuerdo a las respuestas anteriores se observan la capacidad que tienen los estudiantes de manejar algunas de las características que conducen a este modelo, pero no son lo suficiente para que se puedan ubicar en este modelo. Pero ante esta dificultad encontramos que las respuestas de E2, E3, E8, E13, E20 distinguen y manejan las características de ser dominante y recesivo además que los gametos de los progenitores no son responsables de las características de los descendientes. (Caballero, 2008).

Siguiendo con el análisis de este modelo, se evidencian estudiantes que tienen un conocimiento general del ADN, ya que manifiestan que la información hereditaria se pasa de padres a hijos y es así como lo relaciona Cadavid y Giraldo (2018) “considera la herencia desde una visión molecular, donde participan ADN y genes, sin considerar conceptos como dominante y recesivo” (p 56).

Varias respuestas aluden al concepto de dominancia genética, en el que un alelo (gen) tiene la capacidad de prevalecer sobre otro que es recesivo. Los estudiantes demuestran comprender que en ciertos casos un alelo ejerce supremacía y dicta el rasgo que se manifiesta. Además, estas respuestas enfatizan en la conexión entre los genes y la apariencia, ilustrando esta comprensión mediante ejemplos como el color de piel en humanos o el tono del pelaje en conejos. Esto pone de manifiesto su reconocimiento de la influencia de los genes en la definición de las características físicas.

Por otro lado, algunas respuestas asumen que, si los padres tienen un determinado color de piel, el hijo tendrá el mismo color de piel, independientemente de la genética de la madre gestante. Esto podría indicar una comprensión simplificada de la genética de la pigmentación de la piel. Y finalmente, en lo encontrado se menciona que la división celular y los procesos genéticos como determinantes de la herencia y la expresión de los rasgos.

Por consiguiente, las respuestas de los estudiantes indican un nivel básico de comprensión de la genética, incluyendo conceptos de dominancia genética y su relación con la apariencia física. Sin embargo, también muestran algunas simplificaciones y conceptos erróneos, como la relación lineal entre el color de piel de los padres y el del hijo. Desde la escuela se pueden utilizar estas respuestas como base para profundizar en la comprensión de los principios genéticos y corregir conceptos erróneos.

Así, nos encontramos con que diversas respuestas hacen mención a la dominancia genética y también hacen referencia a la relación entre los genes y la apariencia, como el color de piel en seres humanos o el color de pelaje en conejos. Esto sugiere que la enseñanza de la genética y la herencia está teniendo un impacto positivo en su aprendizaje. Los estudiantes están aplicando conceptos genéticos a situaciones concretas e indicando que están conectando teoría y aplicaciones prácticas.

De manera simplificada entonces, los estudiantes tienen un conocimiento básico de la herencia genética, incluyendo conceptos de dominancia genética y su relación con la apariencia física. Esto se puede ver en las respuestas RP3E3, RP6E7, RP1E8, RP3E13, RP3E20 y RP6E23. No obstante, también muestran algunas simplificaciones y conceptos erróneos, como la relación lineal entre el color de piel de los padres y el del hijo. Esto se puede ver en las respuestas RP6E7 y RP3E20.

A modo de ejemplo, algunas deducciones que se pueden establecer en este punto con relación a las respuestas presentadas son las siguientes:

- **RP10E2:** Esta respuesta muestra que el estudiante tiene un conocimiento básico de la dominancia genética. El entiende que el alelo dominante para el color negro es más probable que se exprese que el alelo recesivo para el color blanco.
- **RP3E3:** Esta respuesta expone que el estudiante tiene un conocimiento básico de la dominancia genética. El comprende que el alelo dominante para el color negro es más probable que se exprese que el alelo recesivo para el color blanco. Sin embargo, el estudiante

también muestra una comprensión simplificada de la relación entre el color de piel de los padres y el del hijo

- **RP6E7:** Esta respuesta expone una comprensión simplificada de la relación entre el color de piel de los padres y el del hijo. El considera que el color de piel del hijo siempre será el mismo que el color de piel dominante de los padres.

- **RP1E8:** Aquí se ve muestra que el estudiante entiende que los genes son los responsables de los rasgos físicos. El estudiante también entiende que los genes pueden ser dominantes o recesivos.

- **RP3E13:** Esta respuesta muestra que el estudiante entiende que los alelos dominantes son más probables que se expresen que los alelos recesivos.

- **RP3E20:** Aquí se observa también muestra una comprensión simplificada de la relación entre el color de piel de los padres y el del hijo. El estudiante cree que el color de piel del hijo siempre será el mismo que el color de piel dominante del padre.

- **RP6E23:** Esta respuesta refleja que el estudiante entiende que la herencia es un proceso complejo que involucra los genes y el ambiente. El estudiante también entiende que los genes pueden ser dominantes o recesivos.

A continuación, se presenta otro grupo de respuestas:

RP1E2: *Considero que tengo un parecido más a mi papa que a mi mama, y esto ocurre por los genes hereditarios.*

RP9E4: *Saldrian algunos perritos con el pelaje largo y otros cortos ya que todos los genes no serán dominantes de la mamá o el papá igual con las orejas.*

RP6E13: *Depende si los genes del padre son dominante en el color de piel el niño se parecería.*

RP8E14: *Las moléculas o ADN de las rosas purpuras eran los dominantes probablemente.*

RP2E15: *Pues normales a los que todos no porque a el papá le allá ocurrido este suceso le vaya a cambiar algo del ADN o alguna otra cosa y el hijo no vaya a salir sin un dedo.*

RP2E22: *Los dedos de sus hijos serán completamente normales, pues eso no está en su genética y no afecta el ADN del bebe.*

RP1E26: *A mi mamá por el ADN.*

Las explicaciones anteriores caracterizan al rol de los genes en la herencia y su transmisión en la descendencia, en estos casos se muestra en la descripción de características heredables y en cuanto a la información genética y los rasgos físicos y es por esto que se ubican en este modelo explicativo ya que no muestran con precisión el origen de las características hereditarias.

Se evidencia que los estudiantes en este modelo pueden emplear términos y tienen ideas para definir la herencia, de acuerdo como lo indica Ayuso (2000) “que existen ideas anteriores efecto de la instrucción de otros conocimientos que pueden provocar primeras explicaciones con relación con fenómenos pertenecientes a este ámbito de conocimiento” (p 103) es por esto que ellos infieren en algunas respuestas conceptos que podrían estar relacionados con temáticas ya desarrolladas en específico con el tema de reproducción.

Llama la atención la respuesta del E14 a P8, en la que expresa en su respuesta el concepto de “*probablemente*” donde posiblemente hace una deducción de que existe la posibilidad de que sean las rosas purpuras las dominantes. El uso del lenguaje es notablemente común y no hacen alusión a terminología especializada, así como lo plantea Caballero (2008) afirma:

Se ha detectado falta de claridad en la comprensión de que los resultados estadísticos requieren trabajar con poblaciones y, como consecuencia, que las leyes de Mendel se cumplen solo cuándo se trabaja con un número elevado de individuos. Algunos estudiantes no se acercan al concepto de probabilidad y a su correspondencia con los hechos reales que se producen (p. 237).

La gran mayoría de estudiantes en sus respuestas se refieren a la cantidad de sangre, posiblemente al mencionar la cantidad hacen alusión a la dominancia (Barrero, 2014). Vemos también en este tipo de respuestas ciertas tautologías y explicaciones redundantes que poco aportan a resolver el problema propuesto. En este punto se observa como parte de lo visto apunta al entendimiento de la dominancia genética: Varias respuestas hacen referencia a la dominancia genética, donde un alelo (gen) puede ser dominante sobre otro recesivo. Los estudiantes parecen entender que, en algunos casos, un alelo domina y determina el rasgo expresado.

También se observa un conocimiento entre genética y apariencia: Las respuestas mencionan la relación entre los genes y la apariencia, como el color de piel en humanos o el color de los conejos. Esto refleja la comprensión de que los genes juegan un papel en la determinación de características físicas. Por otra parte, se refleja una confusión sobre la genética de la piel en humanos: Algunas respuestas asumen que, si los padres tienen un determinado color de piel, el hijo tendrá el mismo color de piel, independientemente de la genética de la madre gestante. Esto podría indicar una comprensión simplificada de la genética de la pigmentación de la piel.

Así mismo se ve una importancia en el reconocimiento de la división celular y procesos genéticos: Algunas respuestas mencionan la división celular y los procesos genéticos como determinantes de la herencia y la expresión de los rasgos. De este modo, las respuestas de los estudiantes sugieren una comprensión básica de conceptos genéticos, como la herencia, la dominancia de genes y la influencia del ADN en la genética. Estos conceptos proporcionan una base sólida para la enseñanza de genética, y los educadores pueden construir sobre ellos para profundizar en la comprensión de los principios genéticos más avanzados.

Como deducción se puede establecer que los estudiantes tienen un nivel básico de comprensión de la genética, incluyendo conceptos de dominancia genética y su relación con la apariencia física. Esto se puede ver en las respuestas RP1E2, RP6E13, RP8E14, RP1E26. Sin embargo, también muestran algunas concepciones erróneas, como la relación lineal entre el color de piel de los padres y el del hijo. Esto se puede ver en las respuestas RP6E13 y RP2E15.

A modo de ejemplo, algunas deducciones que se pueden establecer en este punto con relación a las respuestas presentadas son las siguientes:

- **RP1E2:** Esta respuesta muestra que el estudiante tiene una comprensión básica de la dominancia genética. El estudiante entiende que los rasgos físicos son influenciados por los genes.

- **RP9E4:** Esta respuesta muestra que el estudiante tiene una comprensión básica de la herencia genética. El estudiante entiende que los genes no son siempre dominantes y que pueden expresarse de diferentes maneras.

- **RP6E13:** Esta respuesta muestra que el estudiante tiene una comprensión básica de la dominancia genética. El estudiante entiende que el color de piel del niño puede depender de los genes del padre.

- **RP8E14:** Esta respuesta muestra que el estudiante tiene una comprensión básica de la dominancia genética. El estudiante entiende que los genes dominantes son más propensos a expresarse que los genes recesivos.

- **RP1E26:** Esta respuesta muestra que el estudiante tiene una comprensión básica de la transmisión genética. El estudiante entiende que los genes se transmiten de padres a hijos.

- **RP6E13:** Esta respuesta muestra que el estudiante tiene una comprensión simplificada de la relación entre el color de piel de los padres y el del hijo. El estudiante cree que el color de piel del niño siempre será el mismo que el color de piel dominante de los padres.

- **RP2E15:** Esta respuesta muestra que el estudiante tiene una concepción errónea sobre la influencia del ambiente en la herencia genética. El estudiante cree que un accidente puede alterar el ADN del padre y, por lo tanto, el ADN del niño.

De este modo, hasta este punto, se pueden generar las siguientes conclusiones, a modo de inferencia:

Niveles variados de comprensión: Los estudiantes muestran una variedad de niveles de comprensión en genética, desde conceptos básicos como la herencia hasta conceptos más avanzados como la dominancia genética y la estructura del ADN. Esto refleja la diversidad en la educación y la exposición previa a la genética.

Asociación con la apariencia física: Muchos estudiantes tienden a asociar la genética con la apariencia física y los rasgos heredados. Esto puede ser un punto de partida útil para enseñar genética, ya que es una forma tangible de relacionarse con el tema.

Conceptos erróneos y simplificaciones: Algunas respuestas revelan conceptos erróneos o simplificaciones, como la idea de que el color de piel es completamente dominante o la influencia de eventos traumáticos en la genética. Estos conceptos erróneos son oportunidades para la corrección y el aprendizaje más profundo.

Importancia del contexto y ejemplos concretos: Los estudiantes a menudo comprenden mejor la genética cuando se les presenta en un contexto específico con ejemplos concretos, como la herencia de rasgos en conejos o la relación entre padres e hijos.

Necesidad de ampliar la educación en genética: La genética es un campo complejo y en constante evolución. Estos casos muestran que hay espacio para una mayor educación en genética en las escuelas secundarias para ayudar a los estudiantes a desarrollar una comprensión más profunda y precisa de los principios genéticos.

6.3.2 Análisis del modelo explicativo Precientífico

Según Cadavid y Giraldo (2018), tiene como precursor a Mendel y entre sus características que “los alelos pueden ser dominantes o recesivos y que cada gameto posee una copia de alguno de los dos alelos” (p 53).

En este punto, con relación a las respuestas recopiladas en el instrumento, se destaca el siguiente grupo:

RP6E2: Saldrá con los *genes hereditarios del padre* y también con los de la mujer que presto el vientre o también dependen si al prestar el vientre agregaron el *ADN* de la madre negra

RP4E4: No saldrían grises porque es *depende a quien sea recesivo o dominante*, en este caso *el gen dominante es del macho de pelo negro* y *el gen recesivo es de la hembra* de pelo blanco.

RP8E4: Porque *el gen dominante fue el purpura* y no las *blancas* ya que esa se dejó dominar y ahora es recesivo.

RP3E6: Ocurrió que (genética) el dominante en este caso es el negro ante el blanco quiere decir que el color gris no aparece ya que según la genética el dominante muestra su color y el recesivo se esconde por eso no se encontró ni mezcla de los colores ni blanco.

RP3E7: Quiero decir que el macho negro era dominante y la hembra de color blanco era recesivo por lo que el color negro domino en el blanco.

RP8E7: Porque puede ser que el color purpura era dominante p y las rosas blancas eran recesivas.

RP3E8: Los genes del conejo negro son los que dominan más en este caso.

RP3E12: Lo que ocurrió es que el conejo macho es dominante por lo tanto los 4 conejitos salieron de color negro y no gris.

RP1E13: Papa por altura aspectos físico, esto ocurre por genética. Mi papa fue dominante (A) en todo momento, en cambio mi mama fue recesivo (a).

RP3E14: Lo más probable es que en el ADN del conejo negro el sea el dominante y por eso nacieron de ese color.

RP6E14: Probablemente sea blanco corrige negro ya que la el padre se puede considerar como el dominante.

RP8E15: Pues porque la raza que domino ante la otra fueron las purpuras

RP6E16: Depende que si la madre es dominante saldrá blanca y mucho más parecido al niño, pero si el padre es el dominante casara el color de piel, pelo, los ojos y hará la forma que es

R3E17: Pues que el conejo macho negro dominaba su color al de la hembra y por eso todos sus hijos salieron de ese color

RP1E22: Me parezco más a mi padre, creo que sucede esto porque los genes de mi papá son dominantes y los de mi mamá son recesivos.

Inicialmente, lo recopilado refleja un nivel de comprensión de la herencia genética: Los estudiantes parecen comprender que los hijos heredan genes tanto del padre como de la madre, y que estos genes pueden influir en las características de la descendencia. También, varias respuestas hacen referencia a genes dominantes y recesivos que influyen en la apariencia de la descendencia. Junto a esto se evidencia el uso de ejemplos concretos en genética: Los estudiantes utilizan ejemplos concretos, como la herencia del color del pelaje en conejos o la pigmentación de las flores, para ilustrar conceptos genéticos.

Adicionalmente, se evidencia una identificación de características heredadas: Los estudiantes mencionan cómo ciertas características físicas, como la altura o el color del pelaje, pueden heredarse de uno de los padres. En este punto se ve como se emplean términos "dominante", "recesivo" y "ADN" en sus respuestas. En resumen, las respuestas de los estudiantes sugieren una base inicial de conocimiento en genética, que incluye conceptos de herencia, dominancia y recesividad genética, y la relación entre genes y

características físicas. Estos conceptos proporcionan una base sólida para la enseñanza de genética, siendo un punto de partida positivo para la enseñanza de esta.

De lo presentado se puede deducir que los estudiantes tienen un conocimiento básico sobre la herencia de los caracteres dominantes y recesivos. En la mayoría de las respuestas, los estudiantes identifican correctamente el color negro como el gen dominante y el color blanco como el gen recesivo. Esto sugiere que los estudiantes han aprendido que los genes dominantes son los que se expresan en el fenotipo, mientras que los genes recesivos solo se expresan si no hay un gen dominante presente.

Por otro lado, los estudiantes tienen una comprensión limitada de la influencia de la genética en la salud. En la respuesta R1E22, el estudiante sugiere que su parecido con su padre es debido a que los genes de su padre son dominantes. Sin embargo, la genética solo es uno de los factores que influyen en el fenotipo, y otros factores, como el ambiente, también pueden desempeñar un papel importante. En general, las respuestas de los estudiantes sugieren que tienen un conocimiento básico sobre los modelos explicativos de la genética, pero que aún tienen algunas áreas en las que necesitan mejorar su comprensión. De lo contestado por los participantes, entonces, se pueden inferir los siguientes puntos:

- **Diversidad en la comprensión:** Los estudiantes muestran una variedad de niveles de comprensión en genética. Algunos tienen una comprensión básica de conceptos como la herencia y la dominancia genética, mientras que otros pueden tener conceptos erróneos o simplificaciones.
- **Uso de ejemplos concretos:** Los ejemplos concretos, como la herencia del color del pelaje en conejos o la apariencia física heredada de los padres, son útiles para ilustrar conceptos genéticos y hacen que la genética sea más accesible.
- **Identificación de genes dominantes y recesivos:** Varios estudiantes mencionan genes dominantes y recesivos, lo que indica una comprensión básica de estos conceptos. Esta es una base importante para comprender cómo se heredan y expresan los rasgos.

- **Conexión entre genética y apariencia física:** Los estudiantes hacen una conexión entre la genética y la apariencia física, lo que muestra que ven la relevancia de la genética en la vida cotidiana.

- **Uso de terminología genética:** Los estudiantes utilizan términos como "dominante", "recesivo" y "ADN" en sus respuestas, lo que sugiere una familiaridad con la terminología genética.

6.4 TENDENCIA GENERAL DEL GRUPO

Teniendo en cuenta lo anterior, se pueden agrupar las tendencias de los modelos explicativos que tienen los estudiantes en la tabla 2.

Tabla 3. *Tendencia de los modelos explicativos sobre las Leyes de Mendel.*

Estudiante	Tendencia en el modelo
E1	Modelo ecléctico (M. cotidiano + M. mendeliano general)
E2	Modelo ecléctico (M. cotidiano + M. mendeliano general)
E3	Modelo cotidiano
E4	Modelo cotidiano
E5	Modelo cotidiano
E6	Modelo cotidiano
E7	Modelo ecléctico (M. cotidiano + M. mendeliano general)
E8	Modelo cotidiano
E9	Modelo cotidiano
E10	Modelo cotidiano
E11	Modelo cotidiano
E12	Modelo cotidiano
E13	Modelo ecléctico (M. cotidiano + precientífico + Mendeliano)
E14	Modelo cotidiano
E15	Modelo cotidiano
E16	Modelo cotidiano
E17	Modelo ecléctico (M. cotidiano + M. mendeliano general)
E18	Modelo cotidiano
E19	Modelo cotidiano
E20	Modelo cotidiano

E21	Modelo cotidiano
E22	Modelo ecléctico (Modelo cotidiano + Modelo precientífico)
E23	Modelo ecléctico (Modelo cotidiano + Modelo precientífico)
E24	Modelo cotidiano
E25	Modelo cotidiano
E26	Modelo cotidiano
E27	Modelo ecléctico (M. cotidiano + M. precientífico)

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Una explicación detallada de lo presentado en la tabla 2 se desarrolla a continuación.

1. **Modelo Cotidiano:** Varios estudiantes (E3, E4, E5, E6, E8, E9, E10, E11, E12, E14, E15, E16, E18, E19, E20, E21, E24, E25, E26) siguen un modelo cotidiano en sus respuestas. Esto significa que basan sus explicaciones en observaciones y experiencias prácticas, como la apariencia física de los padres y la descendencia. Este enfoque puede ser útil para comprender conceptos básicos de herencia, pero a menudo simplifica demasiado la genética y puede llevar a conceptos erróneos.

2. **Modelo Ecléctico (M. Cotidiano + M. Mendeliano General):** Algunos estudiantes (E1, E2, E7, E17) combinan el modelo cotidiano con conceptos mendelianos generales, como la dominancia y recesividad de los genes. Esta combinación muestra una comprensión más avanzada de la genética y cómo se transmiten los rasgos.

3. **Modelo Ecléctico (M. Cotidiano + M. Precientífico):** tres estudiantes (E22, E23, E27) utilizan una combinación de modelo cotidiano y modelo precientífico en sus respuestas. Esto indica una comprensión menos precisa de los conceptos genéticos y puede incluir elementos de creencias tradicionales o mitos sobre la herencia.

4. **Modelo Ecléctico (M. Cotidiano + Precientífico + Mendeliano):** Un estudiante (E13) utiliza un enfoque ecléctico que incorpora el modelo cotidiano, elementos

precientíficos y conceptos mendelianos generales. Esta mezcla de modelos puede ser confusa y refleja una comprensión fragmentada de la genética.

Por otro lado, ante las tendencias generadas en las respuestas y sistematizadas en la tabla se pueden identificar los siguientes puntos:

- La tendencia mayoritaria es el modelo cotidiano. Este modelo se basa en la creencia de que los rasgos físicos y conductuales son transmitidos de padres a hijos de forma directa y simple. Los estudiantes que utilizan este modelo suelen recurrir a explicaciones como "es de familia" o "se lleva en los genes".
- Una segunda tendencia es el modelo ecléctico. Este modelo combina elementos del modelo cotidiano con elementos de los modelos científicos. Los estudiantes que utilizan este modelo suelen ser conscientes de las limitaciones del modelo cotidiano, pero aún no han desarrollado una comprensión completa de los modelos científicos.
- Una tercera tendencia es el modelo científico. Este modelo se basa en los principios de la genética mendeliana y molecular. Los estudiantes que utilizan este modelo son capaces de explicar la herencia de los rasgos de forma precisa y científica.

A su vez, se puede decir que los estudiantes encuestados tienen un nivel de conocimiento básico de los modelos explicativos de sobre las leyes de Mendel. Sin embargo, aún tienen algunas áreas en las que necesitan mejorar su comprensión. En particular, se pueden hacer las siguientes observaciones sobre las tendencias identificadas en la tabla:

- La tendencia mayoritaria al modelo cotidiano es preocupante, ya que puede dar lugar a explicaciones erróneas sobre la herencia de los rasgos. Por ejemplo, un estudiante que utilice el modelo cotidiano podría creer que su hijo tiene más probabilidades de ser alto si sus padres son altos, incluso si los padres no son homocigotos dominantes para el gen de la altura. Aquí se tendría razón dado que la probabilidad se vuelve una herramienta

fundamental para diagnosticar la posibilidad de ocurrencia de un evento, dado que se representa de 0 a 1, donde 0 es imposible y 1 es seguro.

- La tendencia al modelo ecléctico es alentadora, ya que indica que los estudiantes están empezando a adquirir un conocimiento más profundo de los modelos científicos. Sin embargo, aún es necesario que los estudiantes desarrollen una comprensión más completa de los modelos científicos para poder aplicarlos de forma precisa y efectiva.

- La tendencia al modelo científico es positiva, ya que indica que los estudiantes están adquiriendo un conocimiento avanzado de los modelos explicativos de la genética. Sin embargo, aún es necesario que los estudiantes practiquen sus habilidades de pensamiento crítico para poder aplicar los modelos científicos a situaciones del mundo real.

6.5 LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES DIDÁCTICAS QUE FAVOREZCAN EL APRENDIZAJE DE LA GENÉTICA A TRAVÉS DE LAS TIC

Teniendo en cuenta los resultados presentados en líneas anteriores, se proponen a continuación algunos lineamientos que pueden servir de base para que los profesores diseñen intervenciones didácticas que favorezcan el aprendizaje de la genética. Cabe aclarar que estas orientaciones se realizan sobre la base de estos resultados, en tanto que no implican generalizaciones debido a que el contexto influye en los presaberes que tienen los estudiantes.

La intervención didáctica como lo expresa Díaz (2013) es el resultado de establecer una serie de actividades de aprendizaje que tengan un orden interno entre sí; es así que se parte de la intención del docente para recuperar aquellas nociones previas que tienen los estudiantes sobre un hecho, vincularlo a situaciones problemáticas y de contextos reales con el fin de que la información que a la que va acceder el estudiante en el desarrollo de la secuencia tenga sentido y valor.

La intervención demanda que el estudiante realice actividades dinámicas, no ejercicios rutinarios o monótonos, acciones que vinculen sus conocimientos y experiencias previas, con algún interrogante que provenga de lo real y con información sobre un objeto de conocimiento (Rodríguez, 2018), en este caso de genética.

- En primer lugar, se sugiere profundizar en los modelos explicativos que tienen los estudiantes sobre la genética. Para ello, sería muy valioso el uso de una entrevista semiestructurada con un grupo focal, que favorezca explicaciones más ricas sobre la genética. Asimismo, durante la entrevista se deberían privilegiar preguntas en las que los estudiantes piensen la genética a la luz de su familia; es decir, de sus caracteres y los de sus progenitores.
- Dentro de la intervención mediada por TIC se propone que los estudiantes elaboren un árbol genealógico a través del programa canva. Esto puede facilitar la conexión entre el discurso de la ciencia y la cotidianidad del estudiante.
Esta actividad tiene de fondo aspectos más profundos, que implican una “investigación” por parte de los estudiantes sobre enfermedades, rasgos físicos, rasgos conductuales, entre otros, que les permitan a los estudiantes tener un conocimiento profundo de la herencia familiar. Asimismo, los estudiantes deberán buscar información en fuentes confiables que les facilite la identificación de aspectos que se heredan de la madre y del padre, etc.
- Por otra parte, que el acercamiento a una base conceptual de los contenidos temáticos esté ceñida a formas comunes de entender nociones científicas, algo asumido como *transposición didáctica*. La modelación debe estar sujeta a los propósitos formativos que persigue la clase y hace una presentación amable del tema en configuración de un ambiente asequible entre estudiante y el conocimiento. Para dicho propósito, se propone mantener las líneas discursivas de las narrativas como en todas las fases, porque así se normaliza el relato, la escritura y la capacidad gráfica sobre nociones

académicas que escapaban a la lógica de los estudiantes. Esta fase corresponde a la estructuración.

En esta fase de estructuración, los profesores deberán emplear herramientas tecnológicas como videos: https://www.youtube.com/watch?v=axSh_Gl5GVo y <https://www.youtube.com/watch?v=qwS8R42zFjE> y aplicaciones (algunas de las cuales pueden consultarse en el siguiente enlace

<https://www.movavi.com/es/learning-portal/family-tree-software.html>)

También se sugiere que los profesores diseñen una página Web para explicar a los estudiantes el tema y donde ellos puedan publicar su árbol genealógico.

- Una actividad necesaria, consiste en mostrar a los estudiantes los distintos modelos explicativos y hacerlos conscientes de su modelo para lograr que transiten al modelo mendeliano específico.

7 CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los análisis presentados en líneas anteriores y los objetivos propuestos al inicio, se presentan a continuación las conclusiones para cada uno de ellos:

- Los resultados llevan a concluir que no es posible encontrar inicialmente, modelos explicativos muy cercanos a los científicos, sino que prima el lenguaje común. Esto, es normal, considerando que son los modelos iniciales que tienen los estudiantes y que no han tenido intervenciones de enseñanza previa que les facilite el uso de lenguaje relacionado con la herencia mendeliana. Es por ello, que los estudiantes se encuentran mayoritariamente en un modelo cotidiano en el cual priman explicaciones basadas en lo espontáneo, en los sentidos y en sus creencias personales, lo cual los lleva a emplear un lenguaje simple y cercano a su cotidianidad.
- En este punto se puede ver como la enseñanza efectiva de la genética mendeliana en la educación básica, es un desafío importante que requiere estrategias adecuadas, recursos didácticos apropiados y una constante evaluación del aprendizaje de los estudiantes, donde, ya sea por desconocimiento o por falta de recursos, se estarían generando propuestas de formación limitadas sobre el tema. Al abordar este desafío, se podría fomentar una comprensión profunda de este tema fundamental y preparar a los estudiantes para tomar decisiones informadas sobre su salud, el medio ambiente y la sociedad en general. Esto, implica usar unidades o intervenciones didácticas que en primer lugar favorezcan el uso de un lenguaje cercano al científico, lo cual no se logra con la repetición sino con el desarrollo de actividades que tengan sentido para los estudiantes, lo cual puede darse a través del uso de TIC como el diseño de una página Web, el uso de videos y la elaboración de árboles genealógicos en aplicaciones como Canva.

- Diecinueve de veintisiete (19/27) estudiantes se ubicaron en un modelo cotidiano caracterizado por el uso de tautologías o del lenguaje derivado del modelo. En este modelo, los estudiantes desconocen la estructura molecular del material hereditario y los procesos que este sufre durante la transmisión de información genética. Asimismo, ocho de veintisiete (8/27) se encuentran en un modelo ecléctico o sintético, el cual se caracteriza por la mezcla de explicaciones de los modelos cotidiano, mendeliano general y precientífico.
- Derivado de los hallazgos, se proponen lineamientos y reflexiones para el diseño de intervenciones didácticas que incorporen uso de las TIC, las cuales invitan a los docentes a explorar otras formas de enseñar y a arriesgarse a emplear herramientas que favorezcan la conexión entre la vida cotidiana y el mundo de la ciencia. Dentro de estas actividades, se propone a los profesores elaborar su propia página Web y el uso de Canva para que los estudiantes diseñen su propio árbol genealógico.

8 RECOMENDACIONES

Dentro de las principales dificultades se encontró el acceso al trabajo de campo, dado que no había vinculación laboral con una institución educativa. Por esta razón, no fue posible diseñar y aplicar una intervención didáctica que favoreciera el aprendizaje de la genética.

A futuros investigadores se sugiere diseñar instrumentos complementarios para la identificación de modelos explicativos iniciales, por ejemplo, una entrevista semiestructurada. Esto es importante porque la genética es uno de los temas de la biología que reviste más dificultad por los estudiantes debido a su abstracción; por tanto, es posible que solo un instrumento de lápiz y papel no devese los modelos explicativos que tienen los estudiantes.

También se sugiere a los investigadores realizar estudios comprensivos que permitan realizar análisis profundos sobre los modelos explicativos que tienen los estudiantes acerca de la genética; asimismo, que favorezcan la descripción de los obstáculos epistemológicos, los cuales pueden facilitar la construcción de la unidad didáctica bajo criterios más claros.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adúriz-Bravo, A., & Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista electrónica de investigación en educacion en ciencias* , 40-49 .
- Alvarez, J. (2007). Pagina de la Historia. Argentina: Instituto Superior de Ciencias Médicas.
- Antonio, F. E., Gallarreta, S. C., & Merino, G. (2005). La Modelizacion en la Enseñanza de la Biología del Desarrollo. *Revista Electronica de Enseñanza de las Ciencias*, 1-33.
- Arzate Fernandez, A. M. (2019). *Apuntes de Genetica Vegetal*. Mexico: Universidad Autonoma del Estado de Mexico.
- Arzola, N., Muñoz, T., Rodríguez, G., & Johanna, C. (2011). Importancia de los modelos explicativos de la biología. *Revista ciencia escolar: enseñanza y modelización*, 1(1), 7-16.
- Berrio, E., Ramirez, H., & Rodriguez, Y. (2014). Software educativo como mediación tecnológica en los procesos de enseñanza y aprendizaje. *Tesis de Maestría*. Universidad Católica de Manizales, Manizales.
- Caballero, M. A. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos basicos de genetica. *Investigación y experiencias didácticas*, 26(2), 227 - 44.
- Caballero, M., Pilar, G. M., Olivares, E., Santisteban, A., Goded, E., & Serrano, M. d. (1997). *Didactica de las leyes de Mendel*. UNED.

- Cadavid Cifuentes, J. G., & Giraldo Gómez, J. M. (2018). Relación entre la argumentación y los cambios de los modelos explicativos del concepto de herencia genética en estudiantes de secundaria.
- Casas, P. C. (2020). Incidencia de los procesos argumentativos en los modelos explicativos del concepto transmisión de caracteres hereditarios en el contexto de las excepciones mendelianas. Manizales: Universidad Autónoma De Manizales.
- Dieguez, A. (2013). La Funcion Explicativa de los Modelos en Biología. *Universidad de Málaga (España)*, 42-53.
- Faas, H., & Salvatico, L. (1998). Epistemología e historia de la ciencia. Argentina: Universidad Nacional de Cordoba.
- Fingi, E., & De Micheli, A. (2005). La enseñanza de la genética en el nivel medio y la educación polimodal: contenidos conceptuales en las actividades de los libros de texto. *Enseñanza de las ciencias*(Numero extra. VII congreso).
- Gálvez, A. (2021). Cambio en los modelos explicativos de la estructura celular eucarionte, a través de prácticas de laboratorio con elementos de uso común, en estudiantes de sexto grado. *Tesis de maestría*. Univerisdad autónoma de Manizales, Manizales.
- Iñiguez, F., & Puigcerver, M. (2013). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria . *Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias* , 307-327.
- Lopez, A. D., & Mota. (2019). *Modelos científicos escolares : el caso de la obesidad humana*. Mexico: Universidad Pedagogica Nacional.

- Mohamed, A., & Prieto, J. (2014). ¿Cuál es el futuro del aprendizaje móvil en la educación. *Revista de universidad y sociedad del conocimiento. RUSC*, 142 – 151.
- Moreira, M. A., Greca, I. M., & Rodriguez, M. L. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Revista brasileira de Pesquisa em Educação em ciências*, 2(3), 37-57.
- Orrego, M., López, A. M., & Eugenio, T. Ó. (2013). Evolución de los modelos explicativos de fagocitosis en estudiantes universitarios. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 9(1), 79-106.
- Pastran, M., Numas, G., & Derly, C. (2020). En tiempos de coronavirus: Las TIC son una buena alternativa para la educación remota. *Boletín Redipe*, 158 - 165.
- Piña, C., & Ortiz, F. (2015). *Reposital material educativo*. Obtenido de Universidad autonoma de Mexico: <http://hdl.handle.net/20.500.12579/4212>
- Quintero Cajiao, J. P. (2018). Desarrollo de procesos argumentativos y su relación con los modelos explicativos del concepto de presión en estudiantes de grado décimo. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Redondo Marín, D. M. (2021). Implementación del Curso en Línea Mendel's Laws como Herramienta Didáctica para Favorecer un Aprendizaje Significativo de la Genética Mendeliana en Estudiantes del Grado Once de la Institución Educativa Enrique Pupo Martínez de Valledupar – Cesar. Valledupa- Cesar: Universidad de Cartagena.
- Rojas Agudelo, V., & Salazar Salazar, M. (2019). Diseño e implementación de material didáctico para la enseñanza de genética mendeliana en estudiantes de grado décimo. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 45-55.
- Ruiz, F. (2007). Modelos Didacticos para la Enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 41-60.

- Ruiz, F. J. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Latinoamericana de Estudios Educativos*, 3(2), 41-60.
- Sanchez, J. L. (2002). Las Leyes de la Herencia. Los procesos Biologicos.
- Tamayo Alzate, O. E., & Sanmartí, N. P. (2003). Estudio multidimensional de las representaciones mentales de los estudiantes. Aplicación al concepto de respiración. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 181- 205.
- Tamayo Alzate, O. E., Orrego Cordoz, M., & Davila Posada , A. R. (2014). Modelos explicativos de estudiantes acerca del concepto de respiración. *Bio- Articulos de Investigacion*, 128-145.
- Velasquez Sierra, D. M. (2008). Las leyes de mendel y el concepto de la herencia: una interpretación desde una perspectiva histórica y epistemológica de las ciencias y un análisis de la influencia de los textos escolares en su aprendizaje. Medellin: Universidad de Antioquia.
- Zuñiga, J. O. (2018). Los Modelos Explicativos y su Aplicacion en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. Tunja: Universidad Pontifica y Tecnologica de Colombia.

10 ANEXOS

Anexo 1. Protocolo para el manejo de seres vivos en investigación

	FORMATO PROTOCOLO PARA EL MANEJO DE SERES VIVOS EN INVESTIGACIÓN COMITÉ DE BIOÉTICA	CÓDIGO: GIN-FOR-033
		VERSIÓN: 1
		FECHA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO: 15/FEB72019

Nombre de la investigación:

Investigadores:

Ciudad y Fecha:

Fases y Procedimiento s a realizar antes, durante, y después de los procedimiento s	Posibles riesgos a los que se exponen los participantes	Acciones que se implementará n para minimizar los riesgos	Acciones que se implementará n en caso que suceda un evento adverso	Evidencias científicas que demuestran que las acciones a implementar tienen sustento teórico con las referencias

Anexo 2. Consentimiento informado para la participación en investigaciones

	CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES	CÓDIGO: GIN-FOR-016
---	--	----------------------------

GRUPO DE INVESTIGACIÓN _____

INVESTIGACIÓN:

título:

Ciudad y fecha: _____

Yo, _____ una vez informado sobre los propósitos, objetivos, procedimientos de intervención y evaluación que se llevarán a cabo en esta investigación y los posibles riesgos que se puedan generar de ella, autorizo

a _____, docente de la Universidad Autónoma de Manizales, para la realización de los siguientes procedimientos:

1. _____

2. _____

Adicionalmente se me informó que:

- Mi participación en esta investigación es completamente libre y voluntaria, estoy en libertad de retirarme de ella en cualquier momento.
- No recibiré beneficio personal de ninguna clase por la participación en este proyecto de investigación.
- Toda la información obtenida y los resultados de la investigación serán tratados confidencialmente. Esta información será archivada en papel y medio electrónico. El archivo del estudio se guardará en la Universidad Autónoma de Manizales bajo la responsabilidad de los investigadores.

- Puesto que toda la información en este proyecto de investigación es llevada al anonimato, los resultados personales no pueden estar disponibles para terceras personas como empleadores, organizaciones gubernamentales, compañías de seguros u otras instituciones educativas. Esto también se aplica a mi cónyuge, a otros miembros de mi familia y a mis médicos.

Hago constar que el presente documento ha sido leído y entendido por mí en su integridad de manera libre y espontánea.

HUELLA

Firma

Documento de identidad _____ No. _____
de _____

Huella Índice derecho:

Anexo 3. Consentimiento informado para manejo de la información

	AUTORIZACIÓN DE LOS PADRES DE FAMILIA PARA LA APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS	
---	---	---

Ciudad, fecha

ASUNTO: Autorización para aplicación de instrumentos en grado octavo

INSTITUCIÓN EDUCATIVA MARILLAC

Yo _____ padre de familia
y/o acudiente del estudiante _____ de _____
años de edad y quien cursa actualmente el grado _____ en esta institución,
autorizo a mi hijo(a) y/o acudido(a), menor de edad, para participar en el proyecto de
investigación que desarrolla el docente XXXX, en el área de Ciencias Naturales para la
Maestría Virtual en Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Autónoma de Manizales,
durante el año en curso.

De igual manera doy total y plena autorización al docente para grabar, fotografiar y
filmar con mi hij(a) y/o acudido(a).

NOTA: es de aclarar que el manejo de la información se realizará bajo el anonimato con el
fin de proteger la identidad de los estudiantes o cualquier información personal.

ATENTAMENTE

Padre de familia y/o acudiente

C.C. _____

Anexo 4. Instrumento recolección de modelos explicativos



MAESTRIA EN ENSEÑANZA DE LA CIENCIA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MANIZALES INSTITUCIÓN EDUCATIVA MARILLAC



NOMBRE: _____

GRADO: _____

FECHA: _____

Apreciado estudiante, este cuestionario tiene como propósito identificar tus conocimientos y dificultades con relación a un tema que abordaremos. Esta actividad no es una evaluación, ni se te asignará una nota. Contesta la totalidad de las preguntas por favor.

Lee cuidadosamente las siguientes preguntas y responde cada una de ellas justificando tu respuesta:

1. A quien te pareces más ¿a tu papá o a tu mamá? ¿Por qué crees que ocurre esto?

2. En un accidente de tránsito un hombre perdió el dedo gordo de la mano, cuando este hombre tenga hijos ¿cómo crees que serán los dedos de sus hijos? Explica detalladamente

3. Martha compró una pareja de conejos: un macho negro y una hembra blanca. Al cabo de un mes, tuvieron 4 conejitos negros. Esto le causó curiosidad a Martha, ya que ella pensaba que todos iban a nacer grises.

Trata de escribir una explicación para Martha sobre lo ocurrido.

4. Marca con una X en el cuadro que corresponde a la pareja que crees que son los padres del niño:



Niño



Padres A

☐

Padres B

☐

Escribe tres razones que justifiquen tu elección

1. _____
2. _____
3. _____

5. ¿Crees que tienes algún parecido con tus abuelos paternos? ¿Por qué crees que te pareces o por qué crees que no te pareces a ellos? Si te pareces cuéntame en qué se parecen.

6. Una madre de vientre de alquiler de raza blanca se presta a gestar el hijo de una pareja negra ¿Cómo crees que será el niño?

7. Una mujer se realizó una rinoplastia (cirugía plástica de nariz) para obtener una nariz respingada. ¿Crees que los hijos de esta mujer tendrán nariz respingada como su mamá? Si _____ No _____ ¿Por qué?

8. En un experimento, un floricultor mezcló rosas púrpura con rosas blancas, los descendientes fueron todos rosas púrpuras. ¿Por qué crees que todas las rosas descendientes fueron púrpuras y no blancas o combinadas?

9. En los perros de raza pincher, el macho tiene orejas rectas y pelaje corto, mientras que la hembra tiene orejas caídas y pelo largo. Explica cómo crees que serán sus crías.

10. Andrés unió una planta de flores rojas y tallo liso, con otra de flores moradas y tallo rugoso. ¿Describe cómo sería la descendencia? Justifica por qué crees que tendrán las características que mencionas.

¡Gracias!