



LA REGULACIÓN METACOGNITIVA COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA
EL APRENDIZAJE DE LOS CARACTERES HEREDITARIOS

LORENZO LOZANO HOYOS

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

2020

LA REGULACION METACOGNITIVA COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA
EL APRENDIZAJE DE LOS CARACTERES HEREDITARIOS

Autor

LORENZO LOZANO HOYOS

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE MAGISTER EN
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Tutor

DOC. WILMAN RICARDO HENAO GIRALDO

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

2020

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la vida, los medios económicos y la fortaleza para continuar cualificándome en la profesión que él me asignó.

A mi esposa, Daribel, a mis hijos Lorenzo José y Diego Andrés, quienes me veían de frente al computador y de espalda a ellos; pero siempre tenían una sonrisa que me fortalecía a continuar en el proyecto.

AGRADECIMIENTOS

Al Doctor: Wilman Ricardo Henao, por su asesoría y comprensión constante en el proyecto, que contribuyeron a fortalecer las competencias y sacar el estudio adelante.

A la Doctora: Ana Milena López, por su calor humano y fuente de apoyo incondicional en este proyecto.

A los docentes: De la Maestría en enseñanza de las ciencias de la Universidad Autónoma de Manizales, quienes fueron modelando mi proceso de enseñanza.

A mis compañeros de estudio, quienes con sus intervenciones contribuyeron a la adquisición de habilidades de pensamiento para cualificar mi profesión.

A mis estudiantes de noveno grado, quienes estuvieron siempre dispuestos a colaborar en los instrumentos.

RESUMEN

En el estudio se caracterizaron las relaciones entre la regulación metacognitiva y el aprendizaje de los caracteres hereditarios a partir de la intervención de una unidad didáctica; para llevar a cabo dicho cometido se identificaron a través de instrumentos de lápiz y papel los modelos explicativos iniciales que poseían los estudiantes acerca de la herencia y los mostrados después de la intervención de la unidad didáctica; haciéndose necesario crear indicadores y niveles de desempeño para cada categoría. El estudio cualitativo descriptivo centrado en el campo de la didáctica, se llevó a cabo en los 36 estudiantes de noveno grado de la Institución Educativa Simón Bolívar de Sahagún Córdoba, cuyas edades oscilaban entre los 14 y 16 años. Para el análisis de contenido se emplearon redes sistémicas, las cuales permitieron ubicar a cada estudiante de acuerdo al nivel de desempeño en las categorías y subcategorías del estudio y se procedió a triangular los datos. Los resultados dieron a conocer que existe una relación directamente proporcional entre la regulación metacognitiva y el aprendizaje de los caracteres hereditarios; la estrategia permitió conducir a los estudiantes hacia los modelos explicativos más científicos de la herencia, el enriquecimiento del lenguaje científico y el desarrollo de habilidades de la regulación metacognitiva.

Palabras Claves: Caracteres hereditarios. Herencia genética, Regulación metacognitiva. Modelos explicativos. Metacognición.

SUMMARY

This study characterized the relationships between metacognitive regulation and the learning of hereditary traits from the intervention of a didactic unit. To carry out this task, the initial explanatory models that the students had about inheritance and those shown after the intervention of the didactic unit were identified through pencil and paper instruments; making it necessary to create indicators and performance levels for each category. It is important to indicate that this is a descriptive qualitative study, it is focused on the field of didactics, it was carried out on the 36 ninth-grade students of the Simón Bolívar Educational Institution in Sahagún Córdoba, whose ages ranged from 14 to 16 years. For the content analysis, systemic networks were used, which allowed to locate each student according to the level of performance in the categories and subcategories of the study and the data was triangulated. The results revealed that there is a directly proportional relationship between metacognitive regulation and the learning of hereditary characters. It is equally important to say that the strategy allowed students to be led to more scientific explanatory models of heredity, they enhance their scientific language related to these concepts, as well.

keywords: Hereditary characters. Genetic inheritance, Metacognitive regulation. Explanatory models. Metacognition.

TABLA DE CONTENIDOS

1	PRESENTACIÓN.....	13
2	INTRODUCCIÓN.....	14
3	ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	16
3.1	PROBLEMA INVESTIGACIÓN.....	16
3.2	JUSTIFICACIÓN.....	20
3.3	OBJETIVOS.....	22
3.3.1	Objetivo General.....	22
3.3.2	Objetivos Específicos.....	22
4	MARCO TEÓRICO.....	23
4.1	ANTECEDENTES.....	23
4.2	INVESTIGACIONES EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, GENÉTICA Y METACOGNICIÓN.....	24
4.2.1	Propuesta Didáctica Para Abordar los Contenidos de Genética y Biología Mol.	24
4.2.2	Desarrollo de Habilidades Metacognitivas con el Aprendizaje de la Genética Molecular a Través de una Didáctica no Parametral.....	26
4.2.3	Una Propuesta Didáctica Para la Enseñanza de la Genética en la Educación Secundaria.....	26
4.2.4	Incidencia de los Procesos Argumentativos Sobre la Movilización en los Modelos Explicativos de los Estudiantes en Relación al Concepto Genética y Herencia.	28
4.2.5	La Enseñanza de la Genética, Una Propuesta Didáctica a la Luz del Constructivismo.....	29
4.2.6	Posibles Aportes de la Regulación Metacognitiva al Cambio de Modelos Explicativos del Concepto de Onda Mecánica.....	30
4.2.7	Aportes Didácticos a la Enseñanza de la Genética.....	30
4.2.8	Investigaciones Sobre Modelos Explicativos, Genética y Argumentación.	30
4.3	LITERATURA Y CONCEPTO METACOGNICIÓN.....	32
4.3.1	Metacognición.....	32
4.3.2	Regulación Metacognitiva.....	37

4.4	HISTORIA, EPISTEMOLOGÍA DE LA HERENCIA Y SUS MODELOS EXPLICATIVOS	38
4.4.1	Modelos Explicativos en la Historia.	38
4.5	MODELIZACIÓN, MODELO Y SUS IMPLICACIONES EN LA METACOGNICIÓN	43
4.5.1	Las Teorías y Modelos en la Explicación Científica: Implicancias para la Enseñanza de las Ciencias.	45
5	METODOLOGÍA	47
5.1	TIPO DE ESTUDIO	47
5.2	POBLACIÓN Y CONTEXTO	48
5.2	UNIDAD DE TRABAJO	49
5.3	CONSIDERACIONES ÉTICAS O CONSENTIMIENTO INFORMADO	50
5.4	UNIDAD DE ANÁLISIS	50
5.4.1	Categorías de Análisis	51
5.4.2	Categoría Modelos Explicativos.	52
5.4.3	Categoría Regulación Metacognitiva.	53
5.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	58
5.5.1	Unidad Didáctica	58
5.5.2	Momento 1. Ubicación.	59
5.5.3	Momento 2. Desubicación.	59
5.5.4	El Momento 3. Reenfoque.	59
5.6	DISEÑO METODOLÓGICO	60
5.6.1	Paso 1.	61
5.6.2	Paso 2.	61
5.6.3	Paso 3.	61
5.6.4	Paso 4.	61
5.6.5	Paso 5.	61
5.7	PLAN DE ANÁLISIS	62

5.8	TRIANGULACIÓN DE LA INFORMACIÓN	63
6	RESULTADOS.....	65
6.1	ANÁLISIS INICIAL. CATEGORÍA MODELOS EXPLICATIVOS ACERCA DE LA HERENCIA.....	65
6.2	ANÁLISIS INICIAL. CATEGORÍA REGULACIÓN METACOGNITIVA ..	69
6.2.1	Subcategoría Planeación.	70
6.2.2	Subcategoría Monitoreo.....	72
6.2.3	Subcategoría Evaluación.....	74
6.3	ANÁLISIS REGULACIÓN METACOGNITIVA DE FORMA INTEGRAL..	77
6.4	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LA INTERVENCIÓN DIDÁCTICA	79
6.4.1	Análisis Categoría Modelos Explicativos Después de la Intervención Didáctica.	79
6.5	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MODELOS ANTES Y DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN DIDÁCTICA.	83
6.6	ANÁLISIS SUBCATEGORÍAS REGULACIÓN METACOGNITIVAS, DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN.....	88
6.6.1	Análisis Resultados Planeación, Después de la Intervención Didáctica.	88
6.6.2	Análisis Resultados Monitoreo, Después de la Intervención Didáctica.	91
6.6.3	Análisis Resultados Evaluación, Después de la Intervención Didáctica. ...	94
6.7	ANÁLISIS REGULACIÓN METACOGNITIVA DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN DIDÁCTICA.....	97
6.8	RELACIÓN ENTRE LOS MODELOS Y LA ESTRATEGIA DE LA REGULACIÓN METACOGNITIVA	98
7	CONCLUSIONES.....	102
8	RECOMENDACIONES.....	104
9	REFERENCIAS.....	106

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Epígrafes Problemáticos y Concepciones Erróneas en los Temas de Genética.	25
Tabla 2. Comparación Entre las Características del Modelo Tradicional y el Modelo Constructivista de Enseñanza de la Genética.	27
Tabla 3 Modelos Explicativos de la Herencia Según la Historia	41
Tabla 4. Modelos Propuestos Acerca del Concepto de Herencia	42
Tabla 5. . Indicadores Modelos Explicativos.....	52
<i>Tabla 6. Componentes de la Metacognición</i>	<i>54</i>
Tabla 7. Indicador Desempeño Categoría Regulación Metacognitiva	54
Tabla 8. Resultados Indagación Modelo Explicativos. Antes de la intervención didáctica	68
Tabla 9 Porcentajes, Niveles de Desempeño, Subcategoría Planeación.	71
Tabla 10. Tabla Porcentajes, Niveles de Desempeño Subcategoría Monitoreo.	73
Tabla 11. Porcentajes, Niveles de Desempeño Subcategoría Evaluación	77
Tabla 12. Análisis de la Categoría Regulación Metacognitiva.....	78
Tabla 13. Resultados Modelos Explicativos Después de la Intervención Didáctica.	82
Tabla 14. Porcentajes de Estudiantes por Modelos Explicativos Antes y Después de la Intervención.	84
Tabla 15. Porcentajes y Niveles de Desempeño Planeación Después de la Intervención. ...	90
Tabla 16. Porcentajes y Niveles de Desempeño Monitoreo Después de la Intervención.	93
Tabla 17. Porcentajes y Niveles de Desempeño Evaluación Después de la Intervención. ..	97
Tabla 18. Análisis Regulación Metacognitiva Después de la Intervención Didáctica.	98
Tabla 19. Relación Modelos Explicativos y Regulación Metacognitiva.....	99

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dificultades en el Aprendizaje de la Genética y Biología Molecular	24
Figura 2. Componentes del Conocimiento Metacognitivo.	34
Figura 3. Figura 3. Relaciones Entre Metacognición y Aprendizaje de las Ciencias.....	36
Figura 4. Clasificación de los Modelos	44
Figura 5. Estructura Metodología	49
Figura 6. Categorías y Subcategorías de la Investigación	51
Figura 7. Criterios Niveles de Desempeño Planeación y Monitoreo	56
Figura 8. Criterios Niveles de Desempeño Subcategoría Evaluación y Regulación Metacognitiva	57
Figura 9, Estructura de la Unidad Didáctica.....	60
Figura 10. Diseño Metodológico	62
Figura 11. Diseño de la Triangulación	64
Figura 12. Red sistémica Modelos Religioso, Preformistas, Epigénesis y Pangénesis	66
Figura 13. Red Sistémica Modelos. Herencia CAD, H. Mendeliana y H. Biológica.	67
Figura 14. Red Sistémica Subcategoría Planeación.	70
Figura 15. Red Sistémica Subcategoría Monitoreo.	72
Figura 16. Red Sistémica Subcategoría Evaluación	75
Figura 17. Red Sistémica Modelos Explicativos R. EP, PR. Después de la Intervención ...	80
Figura 18. Red Sistémica, Modelos H. CAD, H.M, H. B Después de la Intervención.	80
Figura 19. Red Sistémica Planeación Después de la Intervención	89
Figura 20. . Red Sistémica Monitoreo Después de la Intervención.....	92
Figura 21. Red sistémica Evaluación Después de la Intervención.	95

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Indagación de los Modelos Explicativos Acerca de la Herencia	107
Anexo 2. Instrumento: Para la Indagación de las Habilidades Metacognitivas.	107
Anexo 3. Unidad Didáctica.	107
Anexo 4. Consentimiento Informado	107

1 PRESENTACIÓN

En las primeras páginas del estudio se presenta una introducción en la que se especifica el propósito que se persigue con la investigación, las razones que motivaron la realización del proyecto y las estrategias didácticas que se desarrollaron para dar respuesta a la pregunta de investigación acompañada de la estructura del documento. Seguidamente se muestra el área problemática donde se describen los términos del campo temático y la magnitud de los aspectos problemáticos en los cuales se ubica el estudio, la necesidad de su realización, terminando con la redacción de la pregunta de investigación. Se prosigue con los objetivos generales y específicos los cuales muestran una relación clara y consistente con la descripción del problema y específicamente con la pregunta de investigación. Se continúa con la Justificación donde se dan a conocer las necesidades que motivaron la realización del estudio, las aportaciones que hace al aula de clase, a la institución y al campo de la didáctica.

Después se continúa con la revisión de literatura o referentes teóricos, estipulando los conceptos, definiciones del tema tratado, las estrategias didácticas y las categorías; se dan a conocer las investigaciones que se han llevado a cabo a nivel nacional e internacional y se relacionan directamente con el problema y pregunta de investigación. Se prosigue con la presentación de todo el andamiaje de la metodología.

Seguidamente se dan a conocer los mecanismos que se utilizaron para realizar el análisis de la información, los indicadores redactados para situar al estudiante de acuerdo al modelo explicativo según la herencia, los criterios establecidos para ubicarlo de acuerdo a su nivel de desempeño en cada subcategoría de la regulación metacognitiva, (Bajo, Básico, Alto, Superior) se presentan las redes sistémicas que se construyeron con la información suministrada por los estudiantes en los instrumentos e intervención didáctica y las matrices con los resultados de la indagación de los modelos explicativos y porcentajes de niveles de desempeño que se utilizaron para la triangulación de la información con la teoría; las relaciones encontradas entre los modelos explicativos a cerca de la herencia y la regulación metacognitiva y finalmente las conclusiones y recomendaciones.

2 INTRODUCCIÓN

La investigación está encaminada a generar habilidades metacognitivas con el fin de fortalecer el pensamiento crítico en los estudiantes en el tema de caracteres hereditarios, en el cual han venido presentando dificultades, posiblemente por sus modelos explicativos acerca de la herencia, los cuales requieren ser caracterizados; es por ello, que en el área problemática y en la justificación, se describen las estrategias de la regulación metacognitiva, (planeación, monitoreo y evaluación), buscando que a través de estas se detecten los impedimentos en el aprendizaje asociados a los modelos explicativos de la herencia, se logren superar los obstáculos en el aprendizaje, y se generen habilidades de pensamiento en los estudiantes. Lo cual concuerda con lo estipulado por Tamayo, Zona y Loaiza, (2016), Cuando afirman que “el reto del docente es enseñar a pensar a sus educandos, es a partir del actuar en el contexto del aula, en donde logra incidir en el desarrollo del pensamiento crítico de sus educandos” (p. 24).

De acuerdo con Tamayo (2014), el estudio del desarrollo de la metacognición, en especial el de la regulación metacognitiva y sus implicaciones en el terreno educativo son considerados como uno de los temas de mayor interés en la didáctica de las ciencias, debido a que es, uno de los campos que más ha aportado a la construcción de nuevos conceptos. No obstante, en los estudios de campos específicos del conocimiento como es el hecho de los caracteres hereditarios todavía faltan cuestionamientos sin resolver y cuerpo teórico - práctico para construir.

La revisión de la literatura en fuentes científicas confiables da cuenta de numerosas investigaciones relacionadas con la enseñanza o el aprendizaje de la genética, las leyes de Mendel, la genética molecular y la evolución, en las cuales se aplican varias estrategias didácticas para detectar los impedimentos en el aprendizaje o adecuar las enseñanzas para obtener los aprendizajes; lo que demuestra las dificultades que se le presentan a los docentes para abordar el tema de caracteres hereditarios; lo cual coincide con Martínez et al. (2014); Puigcerver (2013), cuando afirman que la genética es uno de los apartados de la biología más difícil de entender por el alumnado y de los que reúne más dificultad

conceptual. De estas investigaciones se han seleccionado las más relevantes por estar asociadas con los modelos explicativos, con el desarrollo de la regulación metacognitiva o los caracteres hereditarios y se explican los hallazgos en sus estudios en los antecedentes.

La estructura del estudio se divide de la siguiente forma: en el capítulo I, se encuentra el área problemática, la pregunta de investigación, los objetivos generales y específicos, la justificación. En el capítulo II, Marco teórico; el cual se subdivide en 4 partes: En la primera los antecedentes nacionales e internacionales; en la segunda la literatura y conceptos sobre metacognición; en la tercera Historia y Epistemología de la herencia y modelos explicativos; en la cuarta Modelización. En el capítulo III se describe todo el andamiaje de la metodología de la investigación, detallando las categorías de análisis, los indicadores y criterios de desempeño establecidos para evaluarlas, la estructura de la unidad didáctica y la descripción de cómo se realizó la triangulación de la información. En el capítulo IV se presenta el análisis y discusión de los resultados, para su estudio se recurrió a la estrategia de las redes sistémicas con nomenclaturas y figuras que permitieron interpretar la información arrojada en los instrumentos y actividades de la unidad didáctica y determinar de qué manera las estrategias de la regulación metacognitiva aportan al cambio o no del modelo explicativo acerca de la herencia.

3 ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

En los párrafos se detallan las razones que motivaron la realización del proyecto, los problemas detectados desde la experiencia en el campo de la enseñanza, los resultados arrojados por los estudiantes en las pruebas externas, los hallazgos encontrados en otras investigaciones relacionadas con el tema, terminando con la redacción de la pregunta de investigación.

3.1 PROBLEMA INVESTIGACIÓN

El aula de clase, se ha convertido en el laboratorio de investigación y reflexión del docente, bien sea para detectar los obstáculos que impiden a los estudiantes obtener el aprendizaje o para adecuar la transposición didáctica que permita orientar la enseñanza; sin embargo, la experiencia en la docencia demuestra que los estudiantes presentan dificultades en el aprendizaje en ciertos temas más que en otros; tal es el caso de los caracteres hereditarios, donde se han evidenciado dificultades para adquirirlos profundamente; estos temas en la actualidad son de vital importancia teniendo en cuenta que los avances tecnológicos, la ingeniería genética, la biotecnología y su aplicabilidad en la medicina y otros campos del saber, han desbordado la formación e importancia en la temática. Es por ello, que en las primeras líneas de la descripción del problema se dan a conocer las razones que motivan a realizar la investigación, argumentos apoyados en la experiencia docente, en los resultados de otras investigaciones que demuestran las dificultades en este aprendizaje, finalizando con la redacción de la pregunta de investigación.

Las primeras dificultades se aprecian en las evaluaciones realizadas a los estudiantes de noveno grado en el tema caracteres hereditarios, las cuales carecen de pensamiento crítico, cuyos resultados concuerdan con las evaluaciones externas Saber, aplicadas por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), a través del ICFES a los estudiantes de noveno y once grado; por lo cual se podría decir, que las estrategias de enseñanza empleadas no están permitiendo que los estudiantes comprendan el sentido y significado de lo que se les enseña, lo que evidencia dificultades para lograr aprendizaje profundo y obstáculos

epistemológicos en el tema de caracteres hereditarios, estos podrían estar asociados a los modelos explicativos.

Estas apreciaciones concuerdan con lo manifestado por Íñiguez y Puigcerver (2013), la cual asevera que la enseñanza de la genética es uno de los temas de la biología que resulta más conflictivo para ser asimilado por los estudiantes, exponiendo que estas dificultades en el aprendizaje se deben a la utilización del modelo tradicional en su enseñanza, donde los docentes ciñéndose a un libro de texto como su principal material curricular aplican los mecanismos de la herencia biológica, no permitiendo que los estudiantes expongan sus puntos de vista; por lo tanto, no realizan exploración de las ideas previas lo que trae como consecuencia que no se den entre ellos desacuerdos que generen conflictos cognitivos cuyos eventos son los que permiten detectar dificultades en el aprendizaje.

En los estudios realizados por Palacín (2015), detectaron obstáculos en el aprendizaje al momento de abordar las ideas previas relativas a la enseñanza de la genética y la biología molecular, y aluden que estos conceptos abstractos con sus aprendizajes erróneos prevalecen en los estudiantes después de haber abordado la temática, y son debidos al nivel del desarrollo cognitivo de los estudiantes asociados con la necesidad de competencias lógico matemáticas, carga curricular y estrategias presentes en los libros; lo que genera varias creencias erróneas, entre ellas que algunos organismos pueden tener cromosoma pero no genes, lo que evidencia la confusión y el desconocimiento de dicha estructura, porque los cromosomas están constituido por genes y estos son los que determinan las características de los seres vivos.

Por su parte Bahos (2018), al describir la incidencia de los procesos argumentativos sobre la movilización de los modelos explicativos utilizados por los estudiantes en relación con el concepto de genética y herencia de los caracteres, mediante estrategias metacognitivas, encuentra en su estudio que el modelo cotidiano (religioso o creacionista) prevaleció con un 53% sobre los demás después de haber aplicado la estrategia; de lo cual se intuye que los estudiantes responden bajo criterios de su propia vivencia lo que han

escuchado de sus familiares y relacionando las concepciones religiosas adquiridas con la herencia de caracteres. De lo anterior se infiere que los modelos explicativos y conceptuales que los estudiantes tengan sobre la forma en que se transmiten las características también constituye un obstáculo en el aprendizaje.

De igual forma Gastón et al. (2017) detectaron obstáculos epistemológicos, teológico y esencialistas en sus estudios basados en la modelización y en la metacognición en relación con el aprendizaje de la evolución, manifiestan que los estudiantes relacionan los rasgos externos y órganos con la finalidad, además consideran que los organismos son inmutables o las mutaciones se deben al comportamiento; estas apreciaciones coinciden con lo estipulado por Palacín (2015), cuando ostenta que algunos alumnos creen que los factores ambientales tienen más influencia que los hereditarios, con lo cual se denota no solo obstáculos epistemológicos sino conceptuales en el aprendizaje de la genética. Hasta este punto se ha logrado mostrar el por qué los temas de la genética, caracteres hereditarios presentan tantas dificultades para ser asimilados o entendido por parte de los estudiantes; pero ¿Qué estrategias se deben utilizar para la enseñanza de esta temática?

Considerando que los procesos de enseñanza deben generar las habilidades de pensamiento en los estudiantes que den cuenta que aprendió a aprender, mostrando múltiples y diferentes desempeños. El aprendizaje profundo implica varias dimensiones del conocimiento, entre ellas el pensamiento crítico; pero si el estudiante presenta obstáculos conceptuales debido a su modelo explicativo será imposible generarlo; según Tamayo (2014), los estudios sobre los modelos conceptuales y explicativos están encaminados a comprender e identificar los obstáculos en el aprendizaje de los estudiantes para adecuar la enseñanza y según Brown (1987) la regulación metacognitiva permite a partir de la planeación, monitoreo y evaluación de las tareas superar los obstáculos en el aprendizaje. En resumidas cuentas, la identificación de los modelos mentales, explicativos de los estudiantes permite detectar los obstáculos que les impiden obtener el aprendizaje y a través de la regulación metacognitiva se podrían adecuar las estrategias para superarlos y generar pensamiento crítico.

Teniendo en cuenta que el aprendizaje profundo implica el dominio, la transformación y la utilización de conocimiento para resolver problemas reales, conllevando al establecimiento de relaciones significativas entre los conocimientos previos y la información que debe llegar a constituirse en conocimiento, (Beas, Cruz, Thomsen y Utereas, 2001). De esta forma el conocimiento deja de ser netamente disciplinar y se amplía a la cultura, a la vida cotidiana volviéndose vital y fundamental para el estudiante, en donde el contenido que aprende se convierte en dominio con procesamiento más complejo, permitiéndole efectuar múltiples operaciones mentales, realizar conexiones disciplinares y extra disciplinares con calidad.

De acuerdo con Marzano y Pickering (2005) el pensamiento autorregulado, permite al estudiante supervisar su propio pensamiento, planear de manera apropiada, identificar y usar los recursos necesarios, responder de manera apropiada a la retroalimentación y evaluar la efectividad de las acciones, argumentos que coincide con lo manifestado por Tamayo et al. (2016) cuando afirma que la metacognición y la autorregulación constituyen un pensamiento central para el logro del pensamiento crítico en donde la dimensión de la regulación metacognitiva ayuda al estudiante a controlar su aprendizaje, antes durante y después de realizar las tareas, mejorando su atención, proporcionándole una mayor conciencia de las dificultades en la comprensión y mejorando las estrategias ya existente.

Según, Schraw & Moshman (1995) a medida que mejoran los procesos de la regulación metacognitiva en los estudiantes, se mejora el desempeño en otras disciplinas, redundando en un mejor uso de los recursos cognitivos, mejor atención, adecuación de estrategias, mayor conciencia de falta de comprensión; pero para adecuar las estrategias de la regulación metacognitiva en el aula de clase, Tamayo (2006) manifiesta que se deben conocer los modelos explicativos de los estudiantes sobre un concepto específico, con el fin de detectar los obstáculos que les impiden obtener el aprendizaje; en este caso se deben indagar los modelos explicativos que posee sobre la herencia y adecuar las enseñanza con el fin de propiciar un pensamiento crítico.

Se tienen entonces, evidencias desde las experiencias vividas en el aula de clase, desde las investigaciones y antecedentes consultados, que ratifican la existencia de dificultades epistemológicas, didácticas y ontológicas asociadas a los modelos explicativos de los estudiantes que les impiden obtener aprendizajes profundos en el tema de los caracteres hereditarios; lo que obliga a potenciar o mejorar las estrategias de regulación metacognitiva al abordar la temática. Por tal motivo se plantea la siguiente pregunta.

¿Cuáles son las posibles relaciones entre la regulación metacognitiva y el aprendizaje de los caracteres hereditarios?

3.2 JUSTIFICACIÓN

La Institución Educativa Simón Bolívar funciona en Sahagún, (Córdoba-Colombia), está situada en la parte nor-oeste del municipio. Cuenta con una población estudiantil de mil quinientos cuarenta estudiantes (1540) en los grados de preescolar, básica primaria, básica secundaria y media académica de estratos uno y dos. Ofrece a su comunidad educativa la modalidad de Bachiller académico con profundización en artística y mecánica de motos; el grado noveno consta de 107 estudiantes ubicados en tres grupos A, B y C. En el grupo B, se llevará a cabo el estudio.

Teniendo en cuenta que la biotecnología, la ingeniería genética y su aplicabilidad en la medicina, en la industria, se vislumbran como campos fundamentales del conocimiento en la actualidad y para su asimilación requiere de bases sólidas cognitivas en el aprendizaje de los caracteres hereditarios y de un pensamiento crítico que permita comprender la manipulación de los genes desde el punto de vista religioso, ético, político, científico, ecológico, filosófico y la experiencia al igual que las investigaciones consultadas demuestran que los estudiantes no adquieren aprendizaje profundo en la temática; es por ello, que el proyecto investigativo que lleva por título “la regulación metacognitiva como estrategia didáctica para el aprendizaje de los caracteres hereditarios” reviste gran importancia debido a que detecta los modelos explicativos asociados al tema, los obstáculos que impiden este aprendizaje en los estudiantes, y la superación de los mismos,

mediante la puesta en marcha de la aplicación de unidades didácticas con estrategias de la regulación metacognitiva, generándoles aprendizajes consientes con pensamiento crítico.

Con la investigación se rompen los esquemas de la metodología tradicional para la enseñanza de los caracteres hereditarios en el aula de clase, los cuales la mayoría de las veces están ceñidos a unos textos escolares, con actividades descriptivas diseñadas con preguntas cerradas, que impiden el desarrollo del pensamiento crítico al no propiciar ningún tipo de análisis y se pasa al diseño de una metodología que parte del contexto del estudiante, de sus modelos explicativos, de los obstáculos que les impiden obtener el aprendizaje, en la cual se propicia el desarrollo de habilidades metacognitivas (regulación metacognitivas planeación, monitoreo y evaluación), lo que le permitirá al estudiante, indagar, comprender y transformar su realidad y desarrollar un pensamiento crítico; habilidades que podrá extrapolar a otros campos del saber.

El estudio posibilita demostrar los posibles aportes que puede hacer la estrategia de la regulación metacognitiva al cambio de los modelos explicativos según la herencia; corroborar a los docentes que la didáctica es una ciencia práctica, transformadora de la realidad, que interviene en los procesos de enseñanza-aprendizaje cuyo fin es contribuir a la formación intelectual de los estudiantes al generar pensamiento crítico; y no la subdisciplina de la pedagogía como suele ser vista, que solo aporta estrategias o recursos para la enseñanza. Esto quedará evidenciado con el diseño e intervención de la unidad didáctica cuyas estrategias metacognitivas permitirán el fortalecimiento y desarrollo de habilidades importantes en los estudiantes como la interpretación, el análisis, la evaluación, la inferencia explicación y la autorregulación de las facultades cognitivas haciendo posible el aprendizaje y generando pensamiento crítico

Con la puesta en marcha de la investigación se fortalece el desarrollo metodológico de la formación docente, al incorporar los procesos teóricos de cómo enseñar, partiendo de los conocimientos previos, de las preconcepciones de los estudiantes, de su contexto, de sus modelos explicativos, de sus representaciones. Así mismo, el docente adquiere las

competencias, las habilidades para la construcción de unidades didácticas, proceso que repercute en el mejoramiento de la enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes. De igual forma, al potenciar las habilidades de la regulación metacognitiva en los estudiantes (planificar la actividad antes de enfrentarse con un problema, observar la eficacia de la actividad iniciada, y comprobar los resultados) estas estrategias metacognitivas se potencian en el docente, haciéndolo más reflexivo y crítico de sus procesos de enseñanza.

3.3 OBJETIVOS

3.3.1 Objetivo General.

Caracterizar las relaciones entre la regulación metacognitiva y el aprendizaje de los caracteres hereditarios en los estudiantes del grado noveno B. de la institución educativa Simón Bolívar de Sahagún Córdoba.

3.3.2 Objetivos Específicos.

Identificar los modelos explicativos iniciales y finales que presentan los estudiantes sobre los caracteres hereditarios, antes y después de aplicar la intervención didáctica.

Identificar los niveles de desempeño entorno a la regulación metacognitiva y su relación con el aprendizaje de los caracteres hereditarios antes y después de la intervención didáctica.

4 MARCO TEÓRICO

Entre los propósitos de los docentes está incentivar el análisis y el pensamiento crítico en los estudiantes, enseñarlos a pensar, estimular el ser para llegar, a poder ser el tipo de hombre que requiere la sociedad en valores y en manejo del conocimiento, para ello deberán explorar las ideas previas que estos tienen, determinar los modelos explicativos con los cuales interpretan y manifiestan los fenómenos; esto les permitirá detectar los obstáculos epistemológicos que les impiden adquirir el conocimiento. . En el estudio se indagan los modelos explicativos que poseen los estudiantes acerca de la herencia y se potencian los aprendizajes a través de las estrategias de la regulación metacognitiva. El marco teórico se ha dividido en 4 partes; en la primera se detallan los antecedentes, empezando por los internacionales, se continua con las investigaciones relacionadas con la enseñanza de las ciencias, la genética o la metacognición; en la segunda se aborda la literatura y conceptos sobre metacognición, en la tercera se da a conocer la historia, epistemología de la herencia y sus modelos explicativos, la cuarta está orientada a la modelización.

4.1 ANTECEDENTES.

En el campo internacional encontramos los estudios realizados por Giraldo, Fernández y Belloch (2019) titulado, “Evaluación Metacognitiva en Psicopatología: El Cuestionario de Habilidades Metacognitivas”. En el cual, compararon las habilidades metacognitivas en muestras provenientes de España y Argentina mediante instrumentos fiables que evalúan dos grandes componentes de la metacognición: conocimiento y regulación; los resultados dan a conocer que las habilidades metacognitivas podrían estar relacionadas tanto con la edad, como con el contexto sociocultural de las personas. Y el estudio realizado por Lazo, Ruiz, y Marbán (2019) titulado “Impacto de un programa de intervención metacognitivo sobre la Conciencia Ambiental de docentes de Primaria en formación inicial” cuyos resultados muestran una clara tendencia hacia la mejora de la conciencia ambiental en los participantes; lo cual comprueba la potencial relevancia que tienen la implementación de estrategias metacognitivas en los procesos formativos y de enseñanza-aprendizajes en las instituciones educativas.

4.2 INVESTIGACIONES EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, GENÉTICA Y METACOGNICIÓN

En las presentes líneas se hace referencia a todas aquellas investigaciones que se relacionan con el proyecto, bien sea hacia la parte de los caracteres hereditarios, la genética o estudios metacognitivos.

4.2.1 Propuesta Didáctica Para Abordar los Contenidos de Genética y Biología Mol.

Palacín, (2015), manifiesta que los avances tecnológicos, la ingeniería genética, la biotecnología y su aplicabilidad en la medicina y otros campos han desbordado la formación en estos temas de genética; la propuesta está encaminada a la producción de una guía didáctica con enfoque investigativo dirigido con el fin de aportar a la solución de problema de enseñanza de las ciencias, aplicando el aprendizaje de conceptos, el trabajo práctico y la resolución de problemas bajo un enfoque constructivista y habilidades metacognitivas. Palacín (2015) detectó obstáculos en el momento de abordar las ideas previas relativas a la existencia de concepto abstractos y estos obstáculos prevalecieron después de haber abordado la temática. En figura que detalla las dificultades en el aprendizaje de la genética y biología molecular detectadas en la investigación.

Figura 1. Dificultades en el Aprendizaje de la Genética y Biología Molecular



Los colores de la figura ofrecen la siguiente información: En naranja los factores intrínsecos de los alumnos, en rojo factores intrínsecos a la materia, en verde factores extrínsecos en los que puede intervenir el docente, en azul, factores extrínsecos en los que no puede intervenir el docente. Tomada y adaptada de Palacín, (2015).

En la tabla 1. Se detallan cada uno de los obstáculos encontrados por Palacín (2015) en los estudiantes, las concepciones erróneas que prevalecen después de haber abordado la temática y los autores que las describen.

Tabla 1. Epígrafes Problemáticos y Concepciones Erróneas en los Temas de Genética.

Principales Epígrafes problemáticos	Conceptos erróneos Identificados	Autores
Situación del material Hereditario	Existe la creencia de que algunos organismos pueden tener cromosoma, pero no genes, se evidencia el desconocimiento de dicha estructura	Pashley, 1994; Lewis, Leach y Wood-Robinson, 2000 citados en Iñiguez y Puigcerver (2013)
Situación del material Hereditario	Cada célula posee la información genética para su propia función	Hackling y treagust, 1984, citados en Iñiguez y Puigcerver (2013)
Herencia de Caracteres	La información hereditaria sólo se encuentra en las células sexuales.	Hackling y treagust, 1984, Banet y Ayuso, 2000, citados en Iñiguez y Puigcerver (2013)
Herencia de Caracteres	Algunos alumnos creen que los factores ambientales tiene más influencia que los hereditarios	Ramagoro y Wood-Robinson, 1995 citado en Iñiguez y Puigcerver (2013)
Conceptos básicos genéticos	Gen, alelo, dominante, recesivo, mutación, ADN.	Caballero (2008)
Meiosis y Mitosis	Los estudiantes no diferencian entre genotipo y fenotipo.	Lewis y Kattmann (2004)
Meiosis y Mitosis	Los estudiantes no distinguen entre meiosis y mitosis	Lewis, Leach y Wood-Robinson, (2000)

Tomada y adaptada de Palacín, (2015). Propuesta didáctica para abordar los contenidos de la genética, y biología molecular, en 4º de la ESO.

4.2.2 Desarrollo de Habilidades Metacognitivas con el Aprendizaje de la Genética Molecular a Través de una Didáctica no Parametral.

Vargas y Burbano (2014), aplican en su estudio una didáctica no parametral, la cual no es más que la ruptura de los esquemas de una enseñanza tradicional, a través del desarrollo de habilidades de la regulación metacognitiva, planeación, supervisión y evaluación, encontrando en todos los casos que más de la mitad de los estudiantes objetos de estudio presentaron una alta significancia de respuesta, planeación con un 69,5%, la supervisión con el 63,8% y evaluación con el 64,4% para el aprendizaje de la genética molecular. Los resultados positivos acompañados del desarrollo de un pensamiento crítico y reflexivo al aplicar la estrategia demuestran lo fructífera de la estrategia.

4.2.3 Una Propuesta Didáctica Para la Enseñanza de la Genética en la Educación Secundaria.

Íñiguez y Puigcerver (2013), explican el por qué la enseñanza de genética es uno de los temas de la biología que resulta didácticamente más conflictivo para ser asimilado por los estudiantes, exponen que estas dificultades se deben al modelo tradicional de su enseñanza aplicados a los mecanismos de transmisión de la herencia biológica. Por esto presenta una propuesta didáctica fundamentada en los principios del constructivismo y compara los resultados obtenidos con los del modelo tradicional; demostrando que su modelo permite al educando alcanzar un mayor y mejor conocimiento en la estructura del material genético y los procesos de transmisión de la información hereditaria.

Continuando con los mismos autores, los cuales muestran que los mismos escritos genéticos y los títulos de las investigaciones llevan a los estudiantes a confundirse citando once de ellos parecidos a este, “Existe la creencia de que algunos organismos pueden tener cromosomas, pero no genes, lo que evidencia la confusión y el desconocimiento de dichas estructuras. (Pashley, 1994; Lewis, Leach y Wood-Robinson, 2000)”. Si bien la investigación hace alusión a los modelos de aprendizaje no suscita explicación sobre los modelos mentales que pueden tener los estudiantes sobre la genética ni los obstáculos que

imposibilitan la adquisición del aprendizaje; pero si resalta las características del modelo tradicional y el modelo constructivista expuestos, para la enseñanza de la genética.

En la tabla 2, se dan a conocer las características entre el modelo tradicional para la enseñanza de las ciencias y el modelo constructivista, en este último se da la exploración de ideas de los alumnos, se presentan discusiones en el aula y después de estas es que es abordado el tema.

Tabla 2. Comparación Entre las Características del Modelo Tradicional y el Modelo Constructivista de Enseñanza de la Genética.

Principales características del modelo tradicional de enseñanza de la genética	Principales características del modelo constructivista de enseñanza de la genética
1. Los puntos de vista de los estudiantes no son tomados en cuenta y por lo tanto no hay actividades de detección de sus ideas alternativas.	1. Exploración de ideas de los alumnos y posterior exposición y discusión en el aula.
2. El libro de texto es el principal material de apoyo curricular, siendo el profesor el actor fundamental.	2. Propuesta, por parte del profesor, de actividades que pueden crear conflictos cognitivos y generar desacuerdo y descontento con las ideas expresadas por los estudiantes.
3. En general, los problemas de genética tienden a ser de tipo causa-efecto, conociéndose el patrón hereditario.	3. Uso de modelos tridimensionales de células eucariotas, de la molécula de ADN, de la estructura de los cromosomas, de la mitosis y la meiosis (Pashley, 1994).
4. Algunos de los organismos utilizados en los problemas son desconocidos por los estudiantes.	4. Uso de ejemplos y referencias que sean significativas para los estudiantes, especialmente en lo que se refiere a la genética humana (Ayuso, 2000).
5. Los programas de enseñanza suelen comenzar por el estudio de los experimentos y leyes de Mendel.	5. Presentación de estudios de Mendel una vez que los estudiantes tienen el conocimiento suficiente acerca de los procesos hereditarios (Banet y Ayuso, 2000).
6. No se hace suficiente énfasis en la estructura y localización de material hereditario.	6. Estudio de la mitosis y, especialmente, la meiosis como dos procesos integrados en la transmisión de la información hereditaria (Hackling y Treagust, 1984; Ayuso, Banet y Abellán, 1996).
7. O bien no se estudia la meiosis, o bien no se relaciona con los problemas de genética y los procesos de transmisión de la información hereditaria.	7. Integración de la resolución de problemas en el contexto educativo de la enseñanza de la genética, relacionándolo con la meiosis y planteándolo como proceso de investigación (Martínez e Ibáñez, 2005).
8. La genética humana no es un tema central, sino que se propone como un aspecto adicional o de ampliación.	8. Planteamientos didácticos que tengan en cuenta aspectos actitudinales, especialmente en asuntos relacionados con los tests genéticos o las aplicaciones de la biotecnología.

Adaptado de (Íñiguez y Puigcerver, 2013).

Los resultados obtenidos por Íñiguez y Puigcerver (2013) se resumen a continuación: Los principios del modelo de enseñanza constructivista permite que los alumnos aprendan de manera significativa las estructuras y mecanismos de transmisión de los procesos hereditarios con mayor claridad que los del modelo tradicional, el modelo de enseñanza constructivista permita la construcción de significados completos, correctos y elaborados de los aprendizajes de la genética lo cual no se evidencia en los estudiantes que siguieron el modelo tradicional, de igual modo el modelo de enseñanza constructivista permite la profundización en los conocimientos de la naturaleza, localización y mecanismos de transmisión de la información hereditaria.

Las apreciaciones de Íñiguez y Puigcerver (2013) y Martínez, Garzón y Aristizabal (2014) dan a conocer las dificultades que presentan los estudiantes para asimilar los conceptos de genética, de igual modo lo hacen Johnstone y Mahmoud (1980) y Smith (1988), cuando afirman que la genética es uno de los apartados de la biología más difícil de entender por el alumnado y de los que reúne más dificultad conceptual. Esto confirma la importancia de realizar la investigación, partiendo del hecho, que también es uno de los temas que puede generar mayor motivación en el alumnado por las aplicaciones que este reviste en la vida real; pero suelen estar asociados a modelos mentales imaginarios que se apartan de los hechos científicos, es por ello que se espera que con la estrategia de la regulación metacognitivas en el aprendizaje de los caracteres hereditarios los estudiantes adquieran un pensamiento crítico.

4.2.4 Incidencia de los Procesos Argumentativos Sobre la Movilización en los Modelos Explicativos de los Estudiantes en Relación al Concepto Genética y Herencia.

Bahos (2018), en su investigación buscó describir la incidencia de los procesos argumentativos sobre la movilización de los modelos explicativos utilizados por los estudiante de grado octavo en relación con el concepto de genética y herencia, para ello caracterizaron los niveles argumentativos y modelos explicativos iniciales que poseían los estudiantes a partir de instrumentos con preguntas abiertas sobre el proceso de la

transmisión de los caracteres hereditarios detectando los obstáculos y modelos; a partir del diseño de una unidad didáctica metacognitiva buscaban superar los obstáculos detectados.

La investigación de Bahos (2018), reviste gran importancia para el estudio debido a que los modelos explicativos detectados sobre la herencia en los estudiantes son análogos a los que se abordarán en el proyecto, y por qué, en sus resultados manifiestan que prevaleció el modelo cotidiano con un 53% de las respuestas analizadas, seguido del modelo Mendeliano con un 28%, Herencia Mezcladora 11%, preformista 5% y Caracteres Adquiridos 3%;, presentado mayor frecuencia el modelo cotidiano “porque los estudiantes responden bajo criterios de su propia vivencia, lo que han escuchado de sus familiares, provienen de creencias religiosas, o lo relacionan con preconcepciones adquiridas” (Bahos, 2018, p. 81).

4.2.5 La Enseñanza de la Genética, Una Propuesta Didáctica a la Luz del Constructivismo.

Benítez (2013), realizó su investigación aplicando un enfoque didáctico constructivista, con el fin de realizar un estudio dirigido con la participación activa de los estudiantes para que resolvieran problemas relativos a la genética, los objetivos estaban dirigidos a:
Fomentar la enseñanza de la genética a partir de los conceptos previos de los estudiantes,
Fomentar el uso de las Tics como estrategia metodológica en la aplicación de los conceptos de genética y la importancia que tiene ésta en el entorno en el que se desenvuelve el estudiante y diseñar instrumentos de evaluación que permitieran verificar los aprendizajes, para ello utilizó dos grupos de noveno, uno en donde aplicó la propuesta y el otro como control, encontrando un aprendizaje mayor en el grupo intervenido, concluyendo que enseñanza de la genética se facilitaba utilizando propuestas didácticas basadas en el constructivismo afirmaciones que concuerda con los expresado por Tamayo (2006) que las estrategias metacognitivas deben ser desarrolladas con este enfoque.

4.2.6 Posibles Aportes de la Regulación Metacognitiva al Cambio de Modelos Explicativos del Concepto de Onda Mecánica.

El proyecto de Valencia (2017) busca develar los aportes que pueden hacer las estrategias de la regulación metacognitivas al cambio de los modelos explicativos del concepto de onda mecánica; los instrumentos fueron diseñados para dar a conocer los procesos de regulación metacognitiva llevados a cabo por los estudiantes, antes y después de la aplicación de la unidad didáctica. Los resultados mostraron que más del 60% de los estudiantes se ubicaban por debajo del nivel III en cada una de las subcategorías (planeación, monitoreo y evaluación) antes de la intervención y después de la aplicación de la unidad didáctica más del 60% de los estudiantes se ubicaron en el nivel III o por encima de este, demostrando lo positiva de la intervención. En el estudio se consideraron V niveles de desempeño.

4.2.7 Aportes Didácticos a la Enseñanza de la Genética

Martinez, Carzón y Aristizabal (2014) realizaron su investigación en estudiantes de básica secundaria, recurriendo al modelo de Resolución de Problemas, con aportes desde la perspectiva del aprendizaje significativo enmarcado en la teoría del constructivismo, con la investigación buscan renovar la enseñanza de las ciencias y las formas de aprender, haciendo que el estudiante se vincule con lo que está aprendiendo, que los contenidos en genética estén conectados con la realidad. Los resultados demuestran que las aplicaciones de modelo de resolución de problemas permiten fortalecer las competencias procedimentales y conceptuales en los estudiantes y potenciar las habilidades discursivas, permitiéndoles realizar argumentos críticos sobre los alcances políticos, sociales y económicos que se mueven entorno a los organismos genéticos.

4.2.8 Investigaciones Sobre Modelos Explicativos, Genética y Argumentación.

Los trabajos de Bahos (2018) y Deleón (2018) buscan fortalecer la estructura argumentativa de los estudiantes partiendo de los mismos modelos explicativos, los cuales son análogos a los utilizados en el proyecto en estudio; ambos parten de las ideas previas con preguntas abiertas para detectar los obstáculos en el aprendizaje y recurren a las

estrategias de la unidad didáctica para superarlos, sin embargo los estudios son llevados a cabo en instituciones y grados diferentes; el primero parte del concepto de la genética y la herencia y el segundo de las mutaciones. Bahos (2018) comparó los resultados obtenidos inicialmente y después de la intervención didáctica encontrando cambios positivos tanto en los niveles argumentativos como en los modelos explicativos sobre el concepto de Genética y Herencia, afirmando que la incidencia entre estas dos categorías es directamente proporcional ya que a ambas presentaron movilización hacia niveles más elevados y aceptados en el campo científico. Este aporte será de vital importancia al establecer en el proyecto en estudio la relación entre la regulación metacognitiva y los modelos explicativos acerca de la herencia.

Por su parte Deleón (2018) Encontró que las relaciones entre los niveles argumentativos y los modelos explicativos, facilitan la articulación lingüística y dominio de las temáticas, garantizan la comprensión tanto oral como escrita del interlocutor, lo que le permite adquirir habilidades argumentativas y demostrar las diferentes formas de expresión. Asevera que es pertinente utilizar el contexto para poder realizar una modelación, la cual permite encontrar la relación que se establece con los niveles argumentativos, la reflexión argumentativa en el aula, y le permite al docente conocer en profundidad cómo aprenden sus estudiantes la ciencia que él enseña; recomienda que se debe trabajar la epistemología de las ciencias y aportes científicos, lo cual facilita conocer las teorías, mejorar los conceptos previos que no eran valederos y se logra la comprensión y dominio del concepto de la herencia y las mutaciones.

Los proyectos investigativos de Amaya y Pulido (2017) y Vallejo (2019), llevados a cabo en instituciones y grados diferentes, buscan fortalecer la estructura argumentativa trabajando desde las leyes de Mendel; ambos estudios partieron de la identificación de los modelos explicativos de los estudiantes, a partir de estos diseñaron estrategias didácticas contrastando un análisis inicial y otro final. Vallejo (2019) para fortalecer la estructura argumentativa utilizó la estrategia de los laboratorios virtuales (stargenetics y simulador de genética) y partió desde las estructuras cognitivas de los estudiantes, desarrollando

actividades contextualizadas basadas en experiencias; encontrando que la estrategia didáctica ayuda a cimentar en los estudiantes la estructura lógica de un texto argumentativo y estas están sustentadas bajo lenguaje científico que inicialmente no presentaban. Con relación a los resultados Amaya y Pulino (2017) encuentran que el desarrollo de la competencia argumentativa permite a los estudiantes apropiarse del conocimiento y afirmando que:

“El desarrollo de la competencia argumentativa es una práctica que debe llevarse a cabo desde cualquier área del conocimiento, porque permite a los estudiantes mejorar su actividad mental, realizar metacognición y cuestionar las ideas presentadas por otros, generando una posición crítica frente a todo lo que sucede a su alrededor, competencia importante en la formación del ciudadano ideal para la sociedad que queremos” (p.82).

4.3 LITERATURA Y CONCEPTO METACOGNICIÓN

En este apartado se le especifica al lector, la literatura, conceptos, historia sobre eventos de la metacognición, sus bondades y el papel que juega en la adquisición del aprendizaje y el conocimiento autorregulado.

4.3.1 Metacognición.

Cuando se introduce la palabra metacognición en los buscadores de google académico se viene una gama de escritos de carácter educativo que visionan la influencia de esta en las investigaciones educativas, sin embargo, pocas veces está virgen y generalmente viene acompañadas de procesos reflexivos, de autorregulación, de autocontrol. De acuerdo con Tamayo (2015, p. 34) el conocimiento metacognitivo se refiere al conocimiento que tienen las personas sobre sus propios procesos cognitivos, citando a Flavell (1979) quien la definió como la habilidad para monitorear, evaluar y planificar nuestro propio aprendizaje y de manera generalizada cualquier conocimiento sobre el conocimiento (Flavell, 1987).

El concepto de metacognición, enfatiza en las propiedades del prefijo meta (sobre, o más allá, o más arriba), aludiendo a la capacidad de pensar sobre el pensamiento o de una

cognición sobre la cognición, en ella debe darse el monitoreo, regulación y orquestación de los procesos cognitivos al servicio de una meta u objetivo (Valenzuela, 2019). Es por eso que cuando se habla de cognición se hace referencia a aquellas habilidades que el sujeto utiliza y que son necesarias para poder realizar una actividad y cuando se habla de metacognición, se hace referencia a la conciencia que el sujeto posee de cómo se realizó la tarea (Garner, 1987)

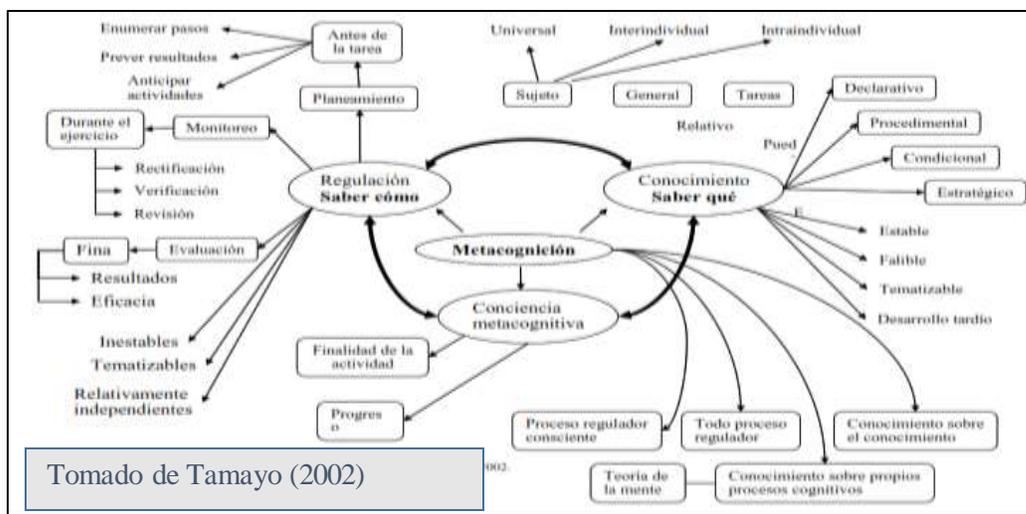
De acuerdo con Fourés (2011), los trabajos de Flavell (1993) sirvieron para sostener que el ser humano es capaz de someter a estudio y análisis los procesos que él mismo usa para conocer, aprender y resolver problemas, es decir, puede tener conocimiento sobre sus propios procesos cognitivos y, además, controlar y regular el uso de estos procesos; argumentos que confirma Gunstone & Mitchell (1998) citado en Tamayo (2015) manifiestan que el estudio de la metacognición aborda tres aspectos generales: conocimiento, conciencia y control sobre los propios procesos de pensamiento, reafirmando que el conocimiento metacognitivo es el conocimiento que tienen las personas sobre sus propios procesos cognitivos. En conclusión, los componentes de la metacognición son conciencia, conocimiento y regulación.

Siguiendo a Tamayo (2015) el conocimiento se divide en declarativo; el cual es proposicional referido a una saber que, acerca de uno mismo y de los diferentes factores que influyen de manera positiva o negativa en nuestro rendimiento. El conocimiento procedimental es un saber cómo se hacen las cosas, de cómo suceden, en el cual el estudiante define los pasos seguidos en la solución a un problema. El conocimiento condicional es un saber por qué y cuándo se usan el conocimiento declarativo y el procedimental, en el interactúan lo cognitivo y lo conceptual por ello reviste gran importancia en la educación. De igual forma Hetman (1998) citado en Tamayo (2015) manifiesta que la conciencia metacognitiva es un saber de naturaleza intra-individual, que tienen los estudiantes de los propósitos de las actividades que desarrollan y de la conciencia que tienen sobre su progreso personal; el cual permite el control o la auto-regulación del pensamiento y de los procesos y productos del aprendizaje.

Para, Brown (1987). La regulación metacognitiva está mediada por tres procesos: planeación, monitoreo y evaluación. La planeación implica la selección de estrategias apropiadas y la localización de factores que afectan el rendimiento, selección de tiempo adecuación de pasos; el monitoreo es la posibilidad que se tiene de realizar la tarea, de comprender, verificar, modificar la planeación, realizando los ajustes pertinentes para llevar a la tarea a feliz término; y la evaluación hace referencia a las decisiones, acciones para evaluar las estrategias seguidas en términos de eficacia, determinar la calidad de los aprendizajes.

La siguiente figura tomada de Tamayo (2006) extracta lo aquí expuesto sobre metacognición en los procesos de enseñanza, se resalta que el autor incluye la conciencia metacognitiva haciendo referencia a la finalidad de la actividad y el progreso de la misma, sin embargo, estos eventos podrían ya estar estipulados en la regulación del saber cómo.

Figura 2. Componentes del Conocimiento Metacognitivo.



El gráfico anterior no solo da cuenta de los componentes del conocimiento metacognitivo, sino que permite comparar la evolución conceptual del mismo, desde los aportes de Flavell (1976); hasta nuestros días. Sin embargo, cabe resaltar que en las últimas décadas diversas disciplinas como: lingüística, la psicolingüística, han aportado a la

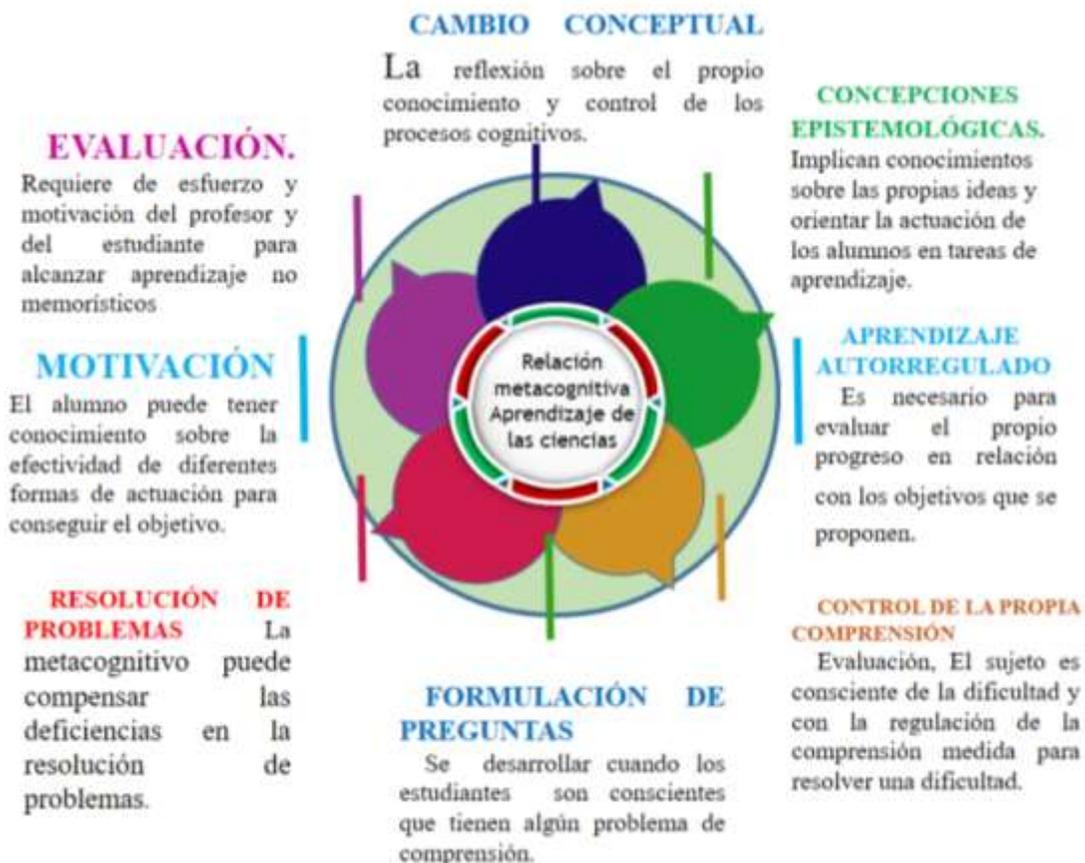
investigación metacognitiva al ser estudiada como factor promotor de los procesos de comprensión y producción de textos; la psicología cognitiva con sus estudios dirigidos a la relación de la divagación mental, la teoría de la mente, la creatividad, el aprendizaje y los juicios; la psicología social a los procesos de autorregulación, gestión del error y en educación al aprendizaje autónomo en contextos escolares y desarrollo de competencias profesionales.

Cabe destacar que en los últimos 40 años las investigaciones realizadas sobre metacognición confirman que las personas que exhiben niveles más altos de conocimiento y regulación metacognitiva tienden a desarrollar un aprendizaje más exitoso (Valenzuela, 2019). Independientemente de las disciplinas que hayan realizado el estudio investigativo en relación con la metacognición se demuestra en cada una de ellas que existe una relación positiva entre el aprendizaje de las ciencias y la metacognición.

La Metacognición se ha convertido en una herramienta clave que le permite al estudiante comprender las dificultades y las pautas erróneas de comportamiento, logrando en muchos de ellos el cambio conceptual (modelo explicativo) y para llegar a este nivel el estudiante ha tenido que reflexionar sobre su propio conocimiento y control de sus procesos cognitivos; esto concuerda con lo estipulado por Campanario, Cuerva, Librero y Otero (1998) quienes afirman que los procesos metacognitivos le permiten al estudiantes desarrollar la capacidad de identificar sus ideas erróneas y lograr comprender que el aprendizaje es un proceso de construcción personal, que es un aprendizaje autorregulado donde él es quien debe enfrentar con responsabilidad la ejecución y control de sus tareas y formularse nuevas metas de aprendizaje de mayor nivel taxonómico

En la figura 2 se describen las relaciones entre la metacognición y la enseñanza de las ciencias las cuales han aportado al campo de la enseñanza y el aprendizaje.

Figura 3. Relaciones Entre Metacognición y Aprendizaje de las Ciencias



Adaptado de Olaya (2017) quien lo toma de Cuerva, J., Moya, A., Campanario, J., & Otero, J. (1998)

En la misma línea de los argumentos anteriores encontramos las apreciaciones de Cadavid (2014), la cual manifiesta que un estudiante que es capaz de autorregular su proceso, será capaz de comprender y resolver de manera eficiente la tarea o problema propuesto; partiendo de que los procesos metacognitivos son propios, y el conocimiento que ellos poseen sobre sus propios aprendizajes a acompañados de las experiencias y el control de los procesos cognitivos le permiten cambiar los esquemas o modelos conceptuales, generando en ellos aprendizajes de nuevas actitudes, competencias y habilidades, por lo cual se forman estudiantes competentes preparados para dominar el desempeño de una tarea en su ejecución.

Por su parte Campanario, Cuerva, Moya & Otero (1998). Manifiestan que la metacognición puede estar presente en diversos aspectos del proceso de enseñanza aprendizaje como por ejemplo en la resolución de problemas, en las concepciones epistemológicas de los alumnos, en el cambio conceptual, en los criterios de comprensión y explicación que utilizan los alumnos, en la formulación de preguntas y la motivación y según Cadavid y Tamayo (2012), la metacognición es especialmente importante para la educación y para la didáctica de las ciencias debido a que incide en la adquisición, comprensión, retención y aplicación de lo que se aprende; su influencia se da además, sobre la eficacia del aprendizaje, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Todo lo anterior confirma la importancia de la metacognición en los procesos educativos de enseñanza-aprendizaje-

4.3.2 Regulación Metacognitiva.

Brown (1987) y Schraw & Dennison (1994). Identifican tres procedimientos básicos que favorecen la metacognición en el proceso enseñanza aprendizaje, estos son: (a) la planificación, (b) la supervisión y (c) la evaluación. Estos mecanismos de planificación, supervisión y evaluación son utilizados por un sujeto activo en situaciones de aprendizaje, razonamiento y resolución de problemas. La capacidad de establecer metas y medios apropiados, de determinar si se está logrando un proceso satisfactorio hacia los objetivos, y de modificar debidamente la propia acción, es otro componente de la metacognición. La metacognición entendida como regulación y control de la actividad cognitiva implica la participación activa y responsable del sujeto en los procesos de aprendizaje, es decir, antes, durante y después de realizar la actividad en la planificación, supervisión y evaluación de la misma Cadavid (2014).

De acuerdo con Schraw & Dennison (1994); Brown (1987); Tamayo (2016) y Cadavid (2014), la planeación implica, seleccionar las estrategias adecuadas y distribuir los recursos; con frecuencia, también supone fijarse metas, activar el conocimiento existente que sea relevante y administrar el tiempo; el monitoreo o supervisión consiste en regular y autoevaluar las habilidades necesarias para controlar el aprendizaje, hacer predicciones o

hacer una pausa en la lectura, ordenar estrategias y elegir las estrategias de reparación adecuadas y la evaluación consiste en valorar los resultados y los procesos reguladores del propio aprendizaje implica . Son volver a evaluar las propias metas, revisar las predicciones, consolidar y verificar las ganancias intelectuales o dar las razones por las cuales no se obtuvieron los aprendizajes.

Tamayo (2016) es enfático en afirmar que la regulación metacognitiva mejora el rendimiento en diferentes formas: mejora el uso de la atención, proporciona una mayor conciencia de las dificultades en la comprensión y mejora las estrategias ya existentes, aseverando que se ha encontrado un incremento significativo del aprendizaje cuando se incluyen, como parte de la enseñanza, la regulación y la comprensión de las actividades.

4.4 HISTORIA, EPISTEMOLOGÍA DE LA HERENCIA Y SUS MODELOS EXPLICATIVOS

La historia la epistemología y los modelos explicativos de la herencia van concatenados en el tiempo y ha permanecido perennes en este, es decir aun hoy siguen vigentes los modelos explicativos sustentados por Aristóteles, Anaximandro, Demócrito, develados en los tratados hipocráticos de los griegos en la mente de los estudiantes, los cuales dan explicaciones basados en estos modelos que datan de más de VII siglos antes de cristo, presentándose obstáculos epistemológico para la adquisición del conocimiento, es por ello, que en las presentes líneas se conjugan la historia y las investigaciones consultadas en el tema, empezando con los griegos y su modelos de la pangenesis hasta llegar a los modelos explicativos de la herencia mendeliana y biológica.

4.4.1 Modelos Explicativos en la Historia.

Desde los tiempos de Aristóteles (384 a. C. – 322 a. C.) se creía que el semen del varón se originaba de la sangre y tenía la capacidad de dar vida al embrión que era formado en el útero por coagulación de la sangre menstrual, constituyendo la teoría del esencialismo y que comulga con el modelo explicativos de la herencia de la pangenies (Vecchi y Hernández, 2015), los experimentos realizados por William Harvey, médico y fisiólogo

inglés (1578 – 1657), en becerras o ciervas en diferentes periodos en gestación condujeron a demostrar que después del apareamiento en ellas no se evidencia signo alguno de coagulación de la sangre menstrual, lo que tenía era un pequeño embrión que poco a poco aumentaba de tamaño y complejidad durante todo el periodo de gestación, condujeron a postular la teoría de la epigénesis que se constituye aun un modelo explicativos de la herencia (Griffiths, y Elías, 2002; Noguera,+ y Ruiz, 2005).

De acuerdo con Villa y Torres (2011), el descubrimiento del espermatozoide y el óvulo contribuyeron a formar el modelo explicativo del preformismo, en él se postulaban que en el óvulo y espermatozoide estaba presente un hombre en miniatura denominado homúnculo dotado de las diferentes partes del cuerpo con sus característica; noción que se extendió por los biólogos pioneros en el siglo XVIII, dando origen a los modelos preformistas y pangenésis, constituyendo un obstáculo epistemológico al considerar que es en el espermatozoide donde se encuentra encerrada la figura humana que después crecerá en el útero.

A mediados del siglo XIX, los conceptos de los ovistas y de los spermistas comenzaron a ceder frente a nuevas observaciones. Los hechos que pusieron en tela de juicio a estas primeras explicaciones provinieron, no tanto de experimentos científicos, sino de los intentos prácticos de los maestros jardineros para producir nuevas plantas ornamentales. Los cruzamientos artificiales de estas plantas mostraron que, en general, independientemente de qué planta suministrara el polen (gameto con la información genética masculina) y qué planta contribuyera con los gametos femeninos, ambas contribuían a las características de la nueva variedad; de esta forma surgió la hipótesis de la 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; postulados que fueron aceptados por Charles Darwin.

En este andar por los modelos explicativos de la herencia, hoy se podría decir que Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, caballero de Lamarck (1744 – 1829), quien propuso la teoría de la evolución orgánica o teoría del uso y des uso, “los individuos se modifican por su adaptación al ambiente, el órgano que no se usan se atrofian y tiende a desaparecer”. poseía obstáculos epistemológicos de tipo teleológico puesto que relaciona los rasgos externos de los animales con su finalidad. En los estudios llevados a cabo por Gastón et al. (2017) encontró obstáculos en el aprendizaje de la genética relacionados con el modelo propuesto por Lamarck.

Todos los modelos explicativos de la herencia genética descritos en las anteriores líneas en compañía del religioso constituyen obstáculos epistemológicos al momento de abordar la enseñanza de los caracteres hereditarios he impiden orientar a los estudiantes hacia el modelo de la herencia mendeliana y biología molecular. El diseño de unidades didácticas con estrategias de la regulación metacognitiva, podrá propiciar la autorregulación del conocimiento, haciendo que los estudiantes detecten estos obstáculos al hacer inferencias de los demás modelos explicativos que poseen sobre caracteres hereditarios. Estas apreciaciones son similares a las manifestadas por Concari (2001). Cuando expone que la actividad de los científicos, no consiste en la eliminación de mentiras o en el descubrimiento de la verdad sino en la construcción de modelos que se ajustan mejor al mundo que explican los hechos y fenómenos.

En la tabla 3, se muestran los modelos explicativos de la herencia según la historia, religioso este también es conocido como el modelo tradicional o creacionista, preformista, epigenesis, pangenesis, estos tres son los más antiguos y recogen aportes de la mezcla de fluidos, transferencia de las características a través de la sangre; el modelo caracteres adquiridos el cual se presenta como el primer modelo evolucionista su error principal estuvo en afirmar que las características que adquieren los padres en la vida se transmiten a los hijos; el Mendeliano y el biológico, estos dos últimos son los más científicos; en la tabla se detalla cada uno de los indicadores que permiten identificarlos.

Tabla 3 Modelos Explicativos de la Herencia Según la Historia

MODELO EXPLICATIVO	INDICADORES
Modelo Religioso	Dios se encarga de poner en el vientre de las madres el aliento de vida.
Modelo Preformista	<ul style="list-style-type: none"> - El individuo se preforma dentro del vientre materno. - El padre provee la “chispa vital” para que el embrión comience a desarrollarse - Las generaciones se encuentran preformadas unas dentro de otras - Sus dos divisiones son los ovistas y espermistas.
Modelo Epigénesis	<ul style="list-style-type: none"> - El organismo se desarrolla a partir de un proceso de diferenciación celular. - El origen de un individuo está dado por material relativamente homogéneo.
Modelo Pangénesis	<p>Existe mezcla de material hereditario cuando se combinan los óvulos y los espermatozoides.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tanto machos como hembras contribuyen a la descendencia - Separa la manifestación de un carácter y su transmisión
Modelo Herencia de los Caracteres Adquiridos	<ul style="list-style-type: none"> - Los individuos se modifican por su adaptación al ambiente - Los órganos que no se usan se atrofian y tienden a desaparecer - Un carácter que se adquiere durante la vida lo transmite a sus descendientes.
Modelo Herencia Mendeliana	<ul style="list-style-type: none"> - Establece que un gen se expresa predominante o recesivamente sobre otro en un individuo - Puede existir la transmisión de generación en generación en forma independiente de un carácter. - Aplica métodos cuantitativos - Cuando se forman los gametos, los dos genes se separan, y cada célula sexual contiene sólo un miembro de cada par.
Herencia Biológica	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliza los eventos presentes en la reproducción celular, la meiosis, el intercambio de la información genética, la estructura de los ácidos nucleicos la función que desempeñan los genes y su influencia con el medio ambiente. Para su estudio se emplean las leyes de Mendel y la ingeniería genética.

Tomado y adoptado de: (Andrade, 2009; Ferrer, 2016; Vecchi y Hernández, 2015; Villa y Torres, 2011),

En los estudios realizados por Barrero (2014) en el cual realizan una exhaustiva descripción del desarrollo histórico y epistemológico del concepto de herencia, empezando por las teorías propuestas acerca de la herencia de caracteres de la pangénesis propuesta por Hipócrates (460- 377 a.C.), desglosando de manera detallada todo el recorrido, la influencia que se dio con los instrumentos tecnológicos del microscopio su perfeccionamiento, el estudio de la célula y sus partes, el núcleo, el ADN, los alelos, hasta llegar al siglo XXI con el estudio del genoma humano; estos hallazgos que consolidan los modelos explicativos

acerca de la herencia con sus precursores y características que se muestran a continuación en la Tabla 4, a la cual se le realiza un análisis.

Tabla 4. Modelos Propuestos Acerca del Concepto de Herencia

Modelo	Precursor	Características
Cotidiano		Son las creencias populares acerca de la herencia. Un ejemplo de ello es que los caracteres se heredan por medio de la sangre.
Preformista	Aristóteles (384-322 a.C.), Hipócrates (460 a 367 a.C), Graaf (Finales del siglo XVIII) Lowys	Nuevos individuos se preformaban dentro del cuerpo materno y que el padre solo proveía la “chispa vital” necesaria para comenzar el desarrollo del embrión, unas dentro de otras.
Herencia mezcladora	Darwin (1856)	<ul style="list-style-type: none"> • La unión de los gametos provoca la mezcla de las gémulas de los dos progenitores. • Cuando se combinan los óvulos y los espermatozoides, se produce una mezcla de material hereditario que resulta en una combinación semejante a la mezcla de dos tintas de diferentes colores.
Herencia de caracteres adquiridos	Lamarck (1809)	<ul style="list-style-type: none"> • 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)	Mendel (1860)	<ul style="list-style-type: none"> • 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.

Tomado de: Barrero (2014). Enseñanza aprendizaje del concepto de herencia en estudiantes de básica secundaria urbana.

Si bien Barreto (2014) realiza una descripción detallada del concepto de la herencia, al realizar la tabla sobre modelos propuestos de la herencia, se puede aseverar que omite información relevante sobre el modelo mendeliano precientífico, al no especificar los

hallazgos que se han obtenido sobre los alelos múltiples, los alelos distantes en un mismo cromosoma, los postulados sobre la biotecnología, investigaciones que han permitido la postulación del modelo de la herencia biológica o post mendelianos. Con relación a los demás modelos se puede decir que tienen diferentes nombres a los propuestos en la tabla 3; pero son análogos a los estipulados por el autor en estudio.

4.5 MODELIZACIÓN, MODELO Y SUS IMPLICACIONES EN LA METACOGNICIÓN

Para ubicar al lector en miras a diferenciar el modelo explicativo de los modelos mentales en esta sección denominada modelización, se tomarán los aportes del epistemólogo Giere, (1992) el cual considera a los modelos científicos como aquellas representaciones abstractas que el ser humano se hace para representar el mundo, de esta forma el modelo se comporta como análogo a la realidad e intenta describir, explicar o predecir el fenómeno; pero puede no constituir una relación de verdad sino de ajuste llenos de falacias para su explicación, le compete a los docentes indagar estos modelos que poseen los estudiantes, no con el fin de erradicar de su mente la mentira o el descubrimiento absoluto de la verdad, sino en busca, que los estudiantes se orienten hacia los modelos explicativos científicos que se ajusten mejor a la explicación del fenómeno con un pensamiento crítico del mismo.

Para Bunge (1976) citado en Hurtado (2019) “un modelo es una construcción imaginaria (por ende, arbitraria) de uno (unos) objeto(s) o proceso(s) que reemplaza a un aspecto de la realidad a fin de poder efectuar un estudio teórico por medio de las teorías o leyes usuales (p. 233). De acuerdo a este postulado el modelo vendría hacer la representación de la realidad que el sujeto se hace para explicar los conceptos de las teorías; pero estas pueden conducir a explicaciones científicas o estar llenas de errores. Sin embargo, un modelo en un espacio de tiempo puede ser catalogado como verdad y después bajo el descubrimiento de nuevas teorías o fenómenos ser reevaluado, como ha pasado con los modelos para explicar el átomo. Todo lo anterior demuestra que la ciencia no es estática y que los modelos deben adaptarse a los avances de esta; por consiguiente, la enseñanza de la ciencia que se imparta

en el aula de clases debe apoyarse en los avances científicos para profundizar en la comprensión de los conceptos y producir nuevas teorías.

De acuerdo con Chamizo (2010), los modelos se pueden clasificar en análogos, manifestando que las analogías constituyen representaciones mentales plasmadas en la memoria episódica construidos por los sujetos mismos para dar cuenta de una situación; los modelos pueden ser materiales, estos son los que tienen acceso empírico y han sido construidos para que los sujetos se comuniquen con otros individuos; con relación al contexto pueden ser didácticos los cuales surgen de la ciencia escolar como producto de la transposición didáctica que el docente o el educando debe realizar para la comprensión de un concepto o fenómeno en particular; científicos los cuales son construidos y aceptados por la comunidad científica bajo sus propios paradigmas y con relación a la porción del mundo estos pueden ser: un objeto, un fenómeno, un sistema o parte integral de un sistema. La siguiente figura detalla la clasificación de los modelos según Chamizo (2010)

Figura 4. Clasificación de los Modelos



Tomados de Chamizo (2010)

En la construcción de los modelos se deben tener en cuenta las preconcepciones de los estudiantes, las ideas previas, se deben activar los procesos de relaciones cerebrales de tal

manera que se generen en ellos la creatividad, la imaginación; estos aspectos se pueden incentivar y fortalecer a través del trabajo en equipo, mediante preguntas interpretativas, argumentativas y propositivas, que generen discusiones grupales que le permitan al estudiante realizar conclusiones, inferencias; pero el docente de aula debe guiar su trabajo a través de secuencias didácticas que conduzcan al estudiante a comparar el modelo escolar, y reconocer similitudes, diferencias con el planteado por la comunidad científica, de esta forma se puede lograr el cambio de modelo y se da valor epistemológico al planteado científicamente (Hurtado, 2019), En este sentido Tamayo (2013) plantea que el docente debe llevar al estudiante a reflexionar sobre su propio conocimiento y control de los procesos cognitivos para lograr una evolución conceptual, infiriéndose que el docente tiene la responsabilidad de adecuar las estrategias para lograrlo.

4.5.1 Las Teorías y Modelos en la Explicación Científica: Implicancias para la Enseñanza de las Ciencias.

Indagando en las investigaciones en las ciencias que interactúan con los modelos encontramos la realizada por Concari (2001) la cual centra sus estudios en los modelos que permiten explicar la física, para ella la modelización es el establecimiento de relaciones semánticas entre las teorías, los fenómenos y los objetos productos de la construcción humana en donde el modelo puede ser concebido como una representación mental del mundo físico, pero incompleta e inexacta, dicho de otra manera los modelos que poseen los estudiantes en relación con un fenómeno no les permite dar respuestas a todos los problemas, sin embargo Concari (2001), argumenta que la explicación y la comprensión de los fenómenos de la ciencia pueden mejorar a través del empleo de modelos adecuados, en donde el docente debe seleccionar aquellos que tengan mayor capacidad de generalización, mayor capacidad para resolver problemas de interés, de rigor y que al mismo tiempo ofrezcan la mayor significatividad potencial para el estudiante.

Gastón, Gómez, y González, (2017), realizan su estudio basados en la modelización y en la metacognición y diseñan una propuesta didáctica basados en estas categorías para abordar el tema de la evolución; la finalidad de la propuesta es que los estudiantes

construyan un modelo de evolución por selección natural y de especiación alopátrica, a la vez reflexionen sobre las estrategias de aprendizaje utilizadas en dicho proceso y sobre los obstáculos epistemológicos que dificultan este aprendizaje. En la propuesta se parte de la revisión de los modelos iniciales que poseen los estudiantes los cuales incluyen sus propias concepciones alternativas y mediante las estrategias de regulación, los modelos construidos se van ajustando para dar respuesta a los fenómenos presentados, dejando ideas erróneas e incorporando nuevas; es decir se da la re-elaboración de modelos partiendo de lo simple a lo complejo, en el cual los estudiantes abstraen el modelo construido para explicar el fenómeno concreto y lo transforman en un modelo para explicar otros hechos similares (Gastón et al., 2017).

En el estudio Gastón et al. (2017) manifiestan que una característica distintiva del proceso de modelización es la comunicación multimodal, la cual implica el reconocimiento de la existencia de diferentes modos de representación oral, escrito y gráfico los cuales permiten construir significados de manera conjunta sobre el fenómeno; pero no especifican como acoplar esta comunicación multimodal a la construcción de su unidad didáctica diseñada partiendo de los obstáculos epistemológicos, las estrategias metacognitivas y la modelización. Según Gastón et al. (2017) con la estrategia se favorece el aprendizaje de los modelos científicos, la construcción de una imagen científica acorde con la comunidad epistemológica de ciencia, de igual manera permite la reflexión constante sobre las propias formas de razonar y sobre los modos en que se construyen modelos en el aula, permite respetar las subjetividades, los modelos de partida sirven para la construcción de modelos más complejos y la regulación de los propios aprendizajes y de los aprendizajes de otros.

5 METODOLOGÍA

A continuación se describe brevemente el plan de acción que se siguió para dar respuesta al objetivo de investigación, el cual consistió en caracterizar las relaciones entre la regulación metacognitiva y el aprendizaje de los caracteres hereditarios en los estudiantes de noveno grado B de la Institución Educativa Simón Bolívar del Municipio de Sahagún Córdoba; con el fin de identificar los modelos explicativos y obstáculos que les impiden obtener el aprendizaje y adecuar las estrategias didácticas a través de la regulación metacognitiva para superarlos. Para ello se hizo necesario definir el tipo de estudio, el diseño, las estrategias, los métodos para realizar las observaciones, los pasos para la selección de la muestra, la población que formó parte del estudio, los recursos que se utilizaron para recolectar la información, los indicadores de las subcategorías, los procedimientos y la forma como se analizaron los datos.

5.1 TIPO DE ESTUDIO

El tipo de estudio que orientó el proyecto investigativo cualitativo, está enmarcado en las ciencias sociales educativas, centrado en el campo de la didáctica, con un enfoque descriptivo. Su finalidad es brindar una interpretación completa y detallada del posible aporte que puede hacer la regulación metacognitiva al aprendizaje de los caracteres hereditarios, al identificar los modelos explicativos acerca de la herencia. Lo cual concuerda con Hernández et al. (2014, p. 9) cuando manifiesta que el enfoque cualitativo puede concebirse como un conjunto de prácticas interpretativas que hacen al mundo visible, siendo naturalista porque estudia los fenómenos y seres vivos en sus contextos o ambientes naturales y en su cotidianidad e interpretativo pues intenta encontrar sentido a los fenómenos en función de los significados que las personas les otorgan.

De acuerdo con Creswell (2013) y Neuman (1994) citados en Hernandez et al. (2014) el investigador cualitativo adquiere un punto de vista interno (desde dentro del fenómeno), aunque mantiene una perspectiva analítica o cierta distancia como observador externo; estos argumentos confirman que el estudio en desarrollo es cualitativo debido que a los docentes orientan sus prácticas educativas a grupos de estudiantes en su contexto,

observando analizando la forma como interactúan entre ellos y obtienen sus aprendizajes; sin embargo, los docentes si interfieren con su enseñanza en los procesos de aprendizajes; pero deben estar constantemente monitoreando el proceso con el fin de determinar cuáles son las limitaciones que les impiden a los estudiantes obtener los aprendizajes para adecuar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

La investigación posee un enfoque descriptivo, dado que, describe de modo sistemático las características, las cualidades, y obstáculos en el aprendizaje del grupo de estudiantes seleccionados, se analizan las respuestas dadas a los instrumentos diseñados verificando la puesta en marcha de la unidad didáctica con las estrategias de la regulación metacognitiva. Estos argumentos coinciden con lo manifestado por Blasco y Pérez (2007) “el enfoque descriptivo, dentro de la investigación cualitativa, está orientado a “describir” o “detallar” la compleja realidad social, por lo cual, en el proceso de recolección de datos, el investigador va acumulando numerosos textos provenientes de diferentes técnicas”. (p.2).

5.2 POBLACIÓN Y CONTEXTO

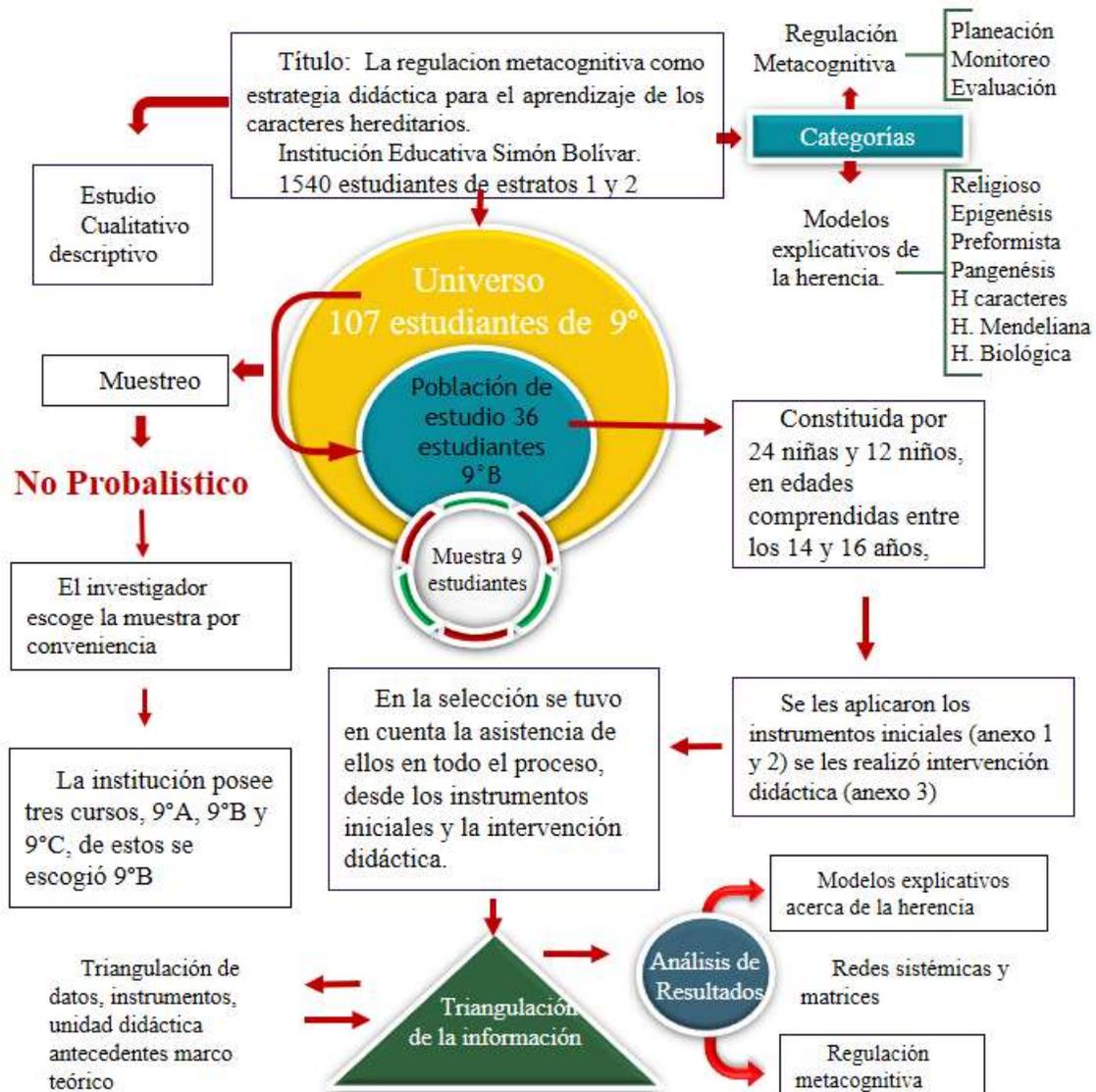
El proyecto se realizó en la Institución Educativa Simón Bolívar, ubicada en el casco urbano del Municipio de Sahagún Córdoba, la cual cuenta con 1540 estudiantes de estratos uno y dos repartidos en tres sedes; Nuestra Señora de la Salud, posee preescolar y básica primaria; Concentración Educativa del Norte, posee de preescolar a noveno grado y la sede central que posee todos los niveles. El modelo pedagógico que promueve la institución es el social cognitivo, su fundamento es buscar que los estudiantes adquieran aprendizajes significativos, contextualizados, con espíritu de emprendimiento, el trabajo en equipo y se fortalezca el pensamiento crítico.

La mayoría de los estudiantes provienen de hogares disfuncionales, no están al cuidado de sus propios padres, sus acudidos se dedican al comercio informal e informal, empleados, trabajadores independientes, muy pocos a la agricultura o ganadería. De acuerdo a la encuesta realizada por la Institución en el año 2018, más del 40% de las personas que están a cargo de los estudiantes no culminaron su bachillerato y solo un 13% culminaron estudios

universitarios o tecnológico, de tal forma que la asistencia académica en casa es prácticamente nula.

La siguiente figura describe la estructura de la metodología que orientó el estudio; sienta las bases para comprender el universo, la población, la selección de la muestra y las características de esta, el tipo de estudio y demás apartados del proceso metodológico.

Figura 5. Estructura Metodología



Diseño propio, Lorenzo Lozano Hoyos (2020)

6.2. UNIDAD DE TRABAJO

Como se ha manifestado el estudio se realizó en la institución educativa Simón Bolívar de Sahagún departamento de Córdoba en los 36 estudiantes del grado noveno B de la Cede Central, el cual está conformado por 24 niñas y 12 niños en edades comprendidas entre 14 y 16 años. Las intervenciones se llevaron a cabo en las clases de ciencias naturales, en las cuales se realizaron 12 sesiones en seis semanas con un periodo de tiempo de 4 horas semanales. A los estudiantes se les aplicó inicialmente un instrumento para determinar los modelos explicativos que poseían acerca de la herencia e identificar los obstáculos en el aprendizaje de los caracteres hereditarios (Anexo 1 y 2) y posteriormente realizaron las actividades descritas en la unidad didáctica (Anexo 3) con la cual se caracterizó el aporte de la regulación metacognitiva al aprendizaje de los caracteres hereditarios. Si bien todos los 36 estudiantes del grupo fueron intervenidos, solo a 9 de ellos escogidos de los que asistieron a todo el proceso, mediante la estrategia de la lotería fue a quienes se les analizaron los resultados.

5.3 CONSIDERACIONES ÉTICAS O CONSENTIMIENTO INFORMADO

El Rector de la Institución, los administrativos y docentes son concedores del estudio que se llevó a cabo y de los objetivos que se perseguían, al igual que los padres de familia del grado noveno B, quienes firmaron el documento de consentimiento informado (anexo 4) en donde autorizan la publicación de las fotos de sus hijos o acudidos de llegarse el caso de tener que aparecer en escenarios públicos de sustentación de la propuesta o publicación de informes o libros relacionados con la tesis. El docente investigador se comprometió a dar cumplimiento a la obligación ética de respeto por las personas que participaron en la investigación y las políticas de protección de datos contemplada en la Ley 1581 de 2012 y su Decreto Reglamentario 1377 de 2013. Los consentimientos firmados por los padres o acudidos fueron recepcionados y archivados.

5.4 UNIDAD DE ANÁLISIS

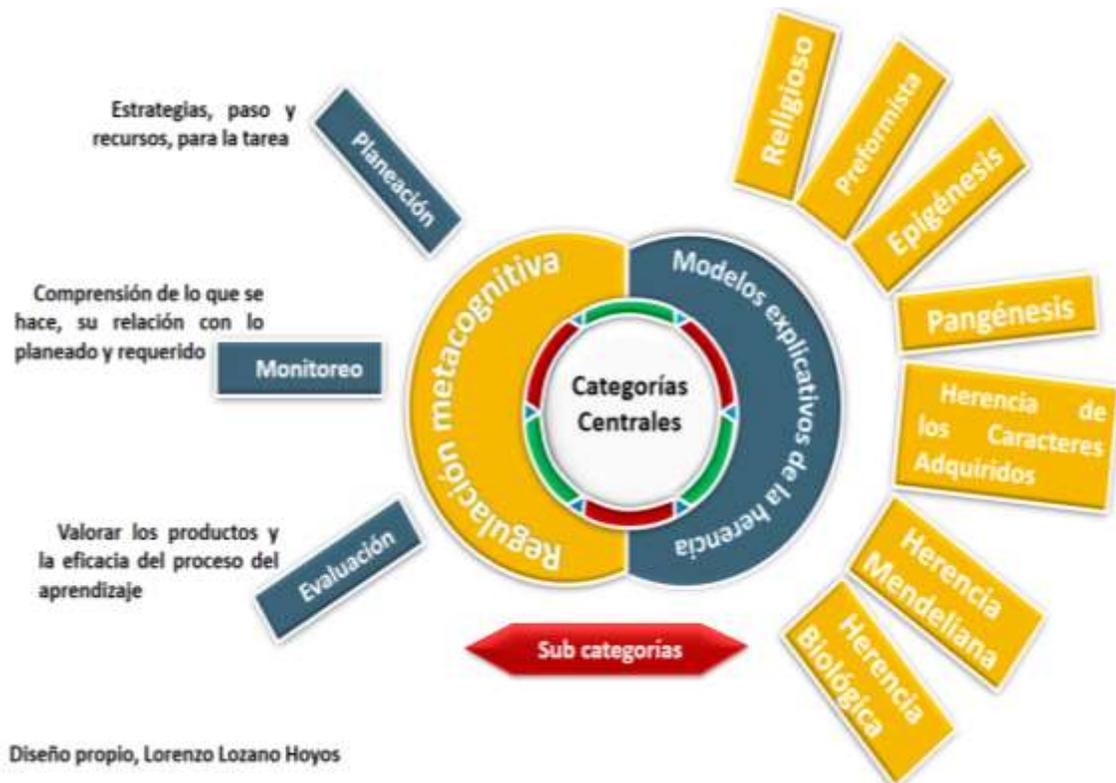
La unidad de análisis del trabajo investigativo correspondió a la caracterización de los modelos explicativos acerca de la herencia de los caracteres hereditarios que tienen los estudiantes, en busca de determinar los obstáculos que le impiden el aprendizaje en estos

temas y verificar si obtuvieron pensamiento crítico después de ser intervenidos mediante la puesta en marcha de la unidad didáctica con actividades de la regulación metacognitivas. En síntesis, lo que se persiguió con la unidad de análisis fue, describir las relaciones que se presentan entre la regulación metacognitiva y el aprendizaje de los caracteres hereditarios al identificar modelos explicativos asociados a la herencia.

5.4.1 Categorías de Análisis.

Como se ha podido apreciar en el estudio están presentes dos categorías base; los modelos explicativos acerca de la herencia y la regulación metacognitiva. Buscando dar una panorámica amplia de estas, se ha diseñado la siguiente figura; posteriormente se dan a conocer los indicadores y descriptores redactados para caracterizar cada una de la subcategoría, los cuales han sido validados por expertos.

Figura 6. Categorías y Subcategorías de la Investigación



5.4.2 Categoría Modelos Explicativos.

En la tabla 5 se presentan los indicadores establecidos para cada modelo explicativo y los momentos con sus respectivas actividades con las cuales serán intervenidos, en ella se detallan los números de las preguntas que buscan identificarlos.

Tabla 5. . Indicadores Modelos Explicativos

. Los códigos M1, M2 y M3 corresponde a los momentos de ubicación, desubicación y reenfoques establecidos en la unidad didáctica, la letra p a la pregunta

Categoría	Subcategoría	Indicadores	Intervenciones en la unidad didáctica	
Modelos Explicativos de la Herencia	Código C.Mr	Religioso	A. Ser superior, aliento de vida B. Acto divino. C. Soplo de vida. D. Dios, Cristo, Jesús, Llave, el nazareno	Anexo 1 Todas las preguntas M1. Actividad 1 P.1,2,3 y 4 M2 Actividad 2 P 1,5 y 6 M3 Actividad 5 P1, 7 y 8
	Código C.Mpr	Preformista	A. Dominio de los gametos B. Vientre materno C. Chispa vital del hombre D. Formado en el óvulo	Anexo 1 Todas las preguntas M1. Actividad 1 P.1,2,3 y 4 M2 Actividad 2 P 1,5 y 6 M3 Actividad 5 P1, 7 y 8
	Código C.Mep	Epigenésis	A. División celular B. Material homogéneo embrionario C. Embriones D. Células atributos de la vida	Anexo 1 Todas las preguntas M1. Actividad 1 P.1,2,3 y 4 M2 Actividad 2 P 1,5 y 6 M3 Actividad 5 P1, 7 y 8
	Código C.Mpa	Pangenésis	A. Hembra y macho contribuyen por igual B. Herencia por combinación de gametos C. Tránsito de caracteres de los padres D. Los hijos se parecen a sus padres	Anexo 1 Todas las preguntas M1. Actividad 1 P.1,2,3 y 4 M2 Actividad 2 P2, P3 M3 Actividad 5 P1, 7 y 8
	Código M.Hcad	Herencia caracteres Adquiridos	A. Caracteres modificados por el ambiente. B. Características adquiridas por el ambiente. C. Desarrollo y atrofio de órganos, uso y des uso. D. Caracteres adquiridos por los padres pasan a los hijos	Anexo 1 Todas las preguntas M1. Actividad 1 P.1,2,3 y 4 M2 Actividad 2 P 1,5 y 6 M3 Actividad 5 P1, 7 y 8
	Código M.hm	Herencia Mendeliana	A. Dominancia y recesividad B. Par de alelos C. Porcentaje de herencia, caracteres ocultos. D. Transmisión de caracteres de padres a hijos	Anexo 1 Todas las preguntas M1. Actividad 1 P.1,2,3 y 4 M2 Actividad 2 P 1,5 y 6 M3 Actividad 5 P1, 7 y 8

Tomado y adoptado de: (Andrade, 2009; Ferrer, 2016; Vecchi y Hernández, 2015; Villa y Torres, 2011),

A partir de los indicadores de cada modelo asociados a la herencia descritos en la tabla 5 y las respuestas dadas en las preguntas del instrumento del momento 1 (anexo 1), se realizará la categorización de los estudiantes de acuerdo al modelo de la herencia, los cuales se cortejarán con las respuestas que den en las actividades de los momentos dos y tres correspondientes a la intervención didáctica. Para estas subcategorías (modelos explicativos de la herencia) no será necesario crear criterios de clasificación, los mismos indicadores se tendrán como base.

5.4.3 Categoría Regulación Metacognitiva.

Como se ha estipulado en el marco teórico, el término metacognición fue acuñado por Flavell en la década del setenta, en donde los elementos claves de su modelo son el conocimiento de las metas o tareas y el conocimiento de las estrategias (Flavell, 1979). Sin embargo, Brown en la década de los ochenta manifiesta la existencia de dos tipos de conocimiento metacognitivo: un conocimiento declarativo, referido a la persona, a la tarea y a la estrategia; y un conocimiento procedimental, ligado a la regulación de los procesos cognitivos durante la planificación, control y evaluación; de esta manera el conocimiento metacognitivo se configura de manera autónoma a la regulación de la cognición, en donde cada componente está conectado y alimenta al otro, pero son claramente distinguibles. De acuerdo con Brown (1987) la regulación de la cognición, consiste en los procedimientos utilizados para regular y supervisar el aprendizaje a través de la planificación, el monitoreo durante el acto de aprender, y la evaluación de la eficiencia y eficacia de los resultados de las acciones realizadas.

En la Tabla 6, se resaltan los componentes de la metacognición, los conocimientos de la cognición, los subprocessos de la regulación de la cognición, en la cual se incluyen otros componentes de la regulación, tal como la organización definida por Huertas, Vesga y Galindo (2014) como: el proceso realizado por el sujeto que le permite organizar las actividades en torno al aprendizaje, dicha información sienta las bases para definir las subcategorías de análisis que tendrá el estudio.

Tabla 6. Componentes de la Metacognición

Categoría general	Subcategoría	Definición
Conocimiento de la cognición	Conocimiento declarativo	Conocimiento que tiene un sujeto de su aprendizaje, sus habilidades y el uso de sus capacidades cognitivas.
	Conocimiento Procedimental	Conocimiento que tiene un sujeto sobre el empleo de sus estrategias de aprendizaje.
	Conocimiento condicional	Conocimiento que tiene un sujeto acerca de cuándo y por qué utilizar las estrategias de aprendizaje.
Regulación de la cognición	Planificación	Planeación, por parte del sujeto, de los tiempos de estudio, fijación de metas de aprendizaje y selección de recursos.
	Organización	Proceso realizado por el sujeto que le permite organizar las actividades en torno al aprendizaje.
	Monitoreo	Supervisión que ejerce el sujeto del proceso de aprendizaje durante el desarrollo de tareas
	Depuración	Proceso realizado por el sujeto y que le permite identificar debilidades en el aprendizaje y ajustar las estrategias para mejorar su desempeño
	Evaluación	Análisis, por parte el sujeto, de la efectividad de las estrategias implementadas

Tomada de: Huertas, Vesga y Galindo (2014)

Aunque en los párrafos anteriores y en la misma tabla 6, se hayan descrito varias destrezas reguladoras; para el análisis de este estudio, solo se tendrán en cuenta las tres habilidades esenciales, planeación, monitoreo y evaluación, las cuales son consideradas como subcategorías (Brown, 1987; Tamayo, 2014). En la tabla 7, se detalla cada una de las subcategorías de la regulación metacognitiva, se dan a conocer los indicadores establecidos para tabular el desempeño de los estudiantes, los momentos en los cuales serán intervenidos y las preguntas con las cuales se relacionan en cada actividad.

Tabla 7. Indicador Desempeño Categoría Regulación MEcatognitiva

A partir de los indicadores establecidos y las respuestas dadas a las preguntas definidas

Los códigos M1, M2 y M3 corresponde a los momentos de ubicación, desubicación y reenfoques establecidos en la unidad didáctica, y P a la pregunta con su número en la actividad del momento.

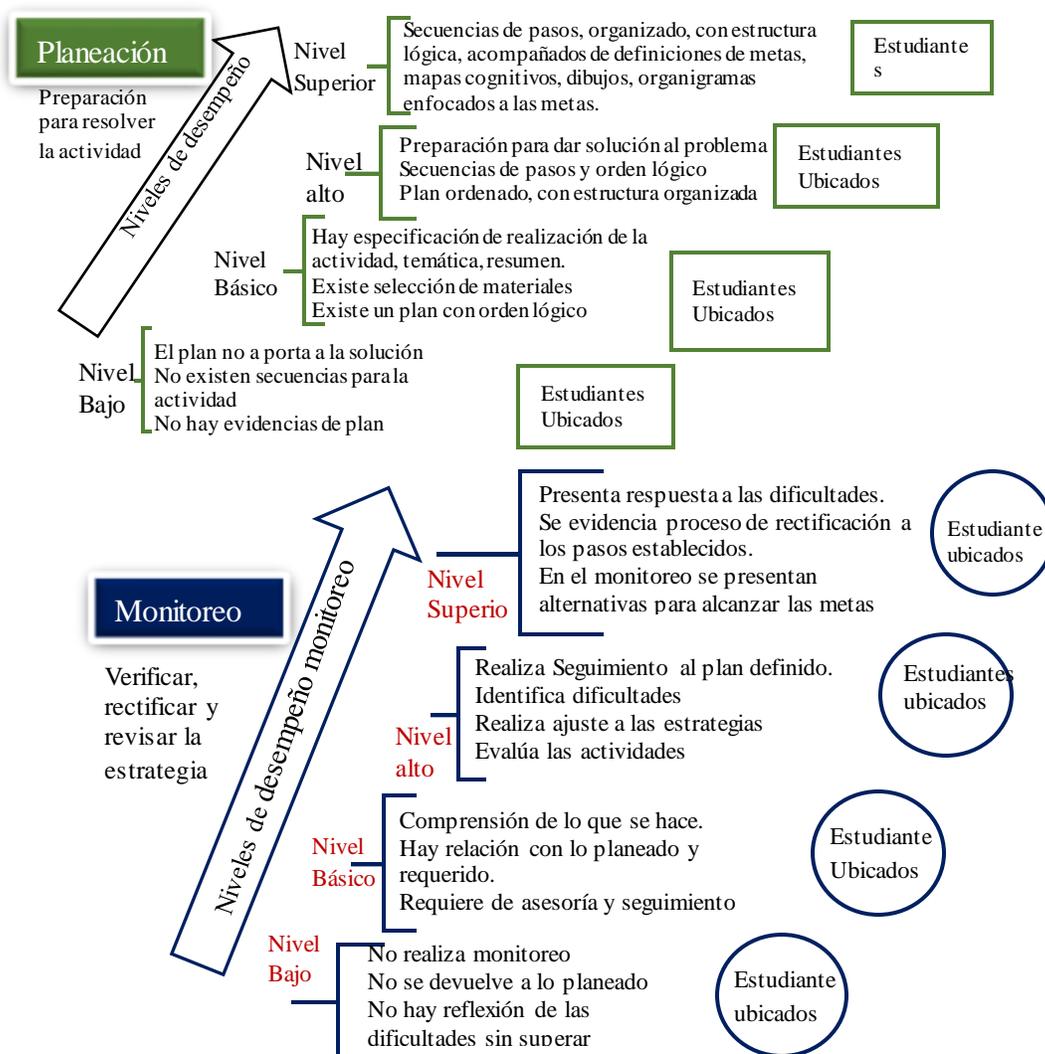
Categoría	Subcategoría	Indicadores	Intervenciones en la unidad didáctica
Regulación Metacognitiva	Planeación	A. Existe un plan B. El plan no es estructurado y secuencial	Anexo. 2. P 1,2 y 8 M2. Actividad. 2. P 1 M2. Actividad 3. P 1,2,3 M2 Actividad. 4. P 1 y 2 M3 Actividad. 5. P 2 y 3
	Comprende el diseño de estrategias para lograr los objetivos propuestos y estudiar las condiciones en que se debe resolver.	C. El plan plantea alternativas de solución a la pregunta D. El plan posee una secuencia de pasos lógicos	
	Anticipar las actividades, prever resultados enumerar pasos	E. El plan es secuencial en sus pasos y coherente en alternativas de solución. Tiempo de estudio, fijación de metas	
	Monitoreo	A. No se evidencia monitoreo al plan B. Realiza siguiente al plan diseñado.	
	Control que se ejerce mientras se aplican las estrategias para la resolución de un problema o situación, Verificar, rectificar y revisar la estrategia	C. Hace replanteamiento al plan diseñado D. Realiza verificación y Aplica el plan diseñado. E. Identifica debilidades en el aprendizaje y ajusta las estrategias para mejorar su desempeño	
	Evaluación.	A. No se evidencia Evaluación. B. Realiza procesos de evaluación	
Revisión de resultados para establecer si la solución corresponde con los objetivos propuestos. Eficacia	C. Comprueba la validez del plan monitoreado D. Análisis, la efectividad de las estrategias implementadas a los objetivos	Anexo. 2. P 3 y 4 M2. Actividad. 2. P 2 y 4 M2. Actividad. 3. P 4,5,6. M2. Actividad. 4. P 3,4 y 5 M3 Actividad. 5. P 4 y 5. Anexo. 2. P 5,6 y 4 M2. Actividad. 2. P 3 y 4 M2. Actividad, 3. P 7,8,9 y 10 M2. Actividad. 4. P ,6 y 7 M3. Actividad 5. P 6.	

Tomada y adaptada de: Huertas, Vesga y Galindo (2014); Olaya (2017); Valencia, (2017)

en el instrumento para indagar las habilidades de la regulación metacognitiva (anexo 2) y las dadas en las actividades de la unidad didáctica, se realizará la clasificación de los estudiantes por niveles de desempeño, bajo, básico, alto y superior para cada una de las subcategorías (planeación, monitoreo y Evaluación) lo cual permitirá evaluar de forma integral la regulación metacognitiva antes y después de la intervención didáctica y determinar si hubo avances o desacierto en el aprendizaje de los caracteres hereditarios.

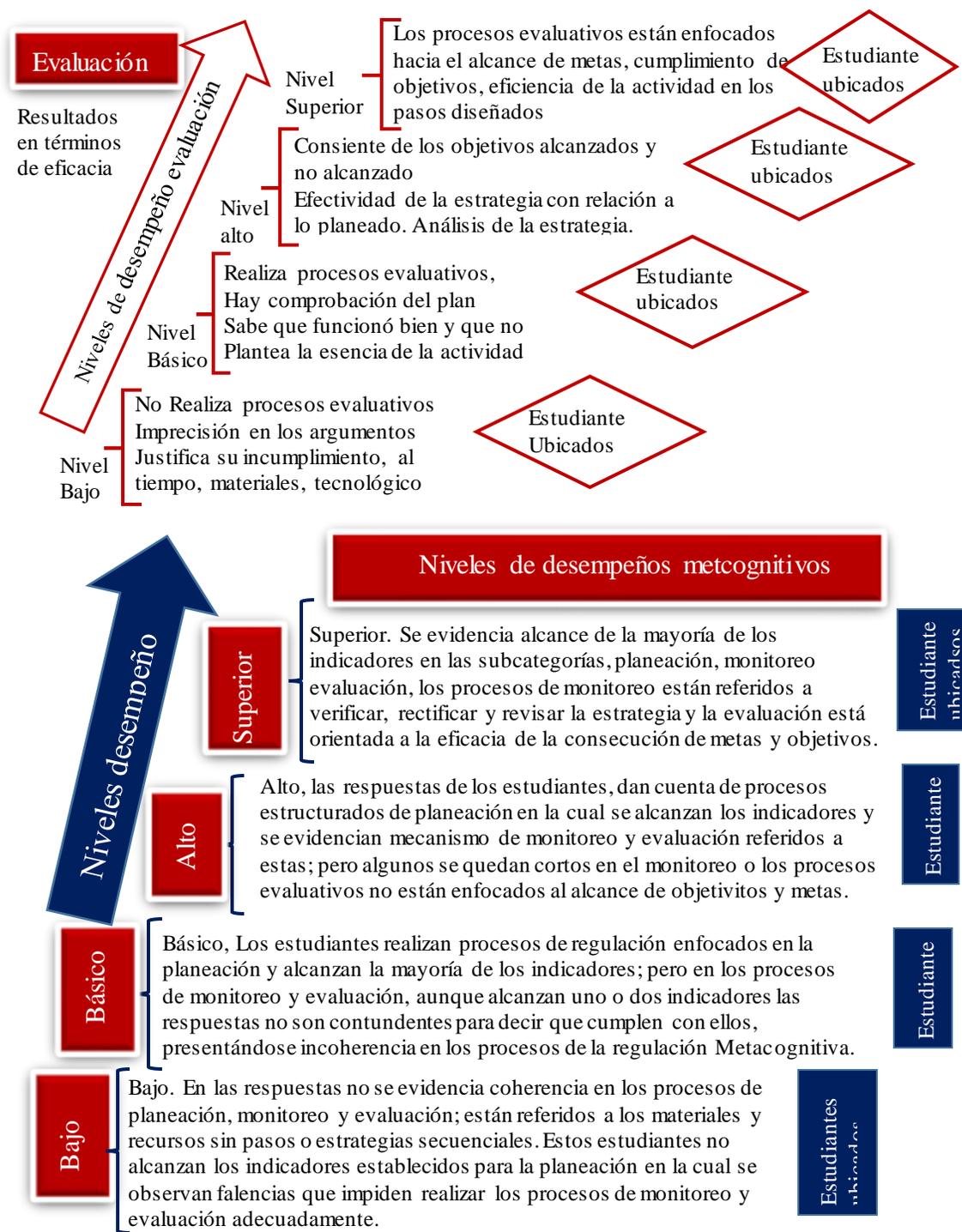
Los criterios para ubicar a los estudiantes en los niveles de desempeño de cada subcategoría y la categoría de la regulación metacognitiva que se presentan en las figuras 7 y 8, fueron contruidos basados en los aportes de Brown (1987); Martí (1995) y Tamayo (2014). Y han sido valorados y validados por expertos.

Figura 7. Criterios Niveles de Desempeño Planeación y Monitoreo



Diseño, propio. Lorenzo Lozano Hoyos (2020). El cuadrado y el círculo con la palabra estudiantes ubicados enfrente de cada nivel, es para denotar los estudiantes que en el estudio alcanzaron ese desempeño.

Figura 8. Criterios Niveles de Desempeño Subcategoría Evaluación y Regulación Metacognitiva



Diseño, propio. El rombo y el rectángulo con la palabra estudiantes ubicados, enfrente de criterios, es para denotar los estudiantes que obtuvieron ese desempeño.

5.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

En el proceso investigativo se emplearon dos instrumentos de lápiz y papel; los cuales fueron aplicados antes de la intervención y corresponden a cuestionarios de preguntas abiertas; en el primero se indagan los modelos explicativos que poseen los estudiantes acerca de la herencia (anexo 1) en el segundo se indagan las habilidades de la regulación metacognitiva (planeación, monitoreo y evaluación) que tienen inicialmente los estudiantes (anexo 2). Estos dos instrumentos sirvieron de base para la construcción de la unidad didáctica (Anexo 3) con la cual se realizó la intervención. En las siguientes líneas se explica grosso modo que es una unidad didáctica y se presenta la estructura de la diseñada.

5.5.1 Unidad Didáctica.

Para Quiceno y Suarez (2010); Tamayo (2006); Sánchez y Valcárcel (1.993), la unidad didáctica, constituye un instrumento flexible de planificación en la enseñanza de diferentes temáticas relacionados con un campo del saber específico del docente, que le permite construir procesos de enseñanza y aprendizaje partiendo del contexto educativo del estudiante, la historia y epistemología de la ciencia, los distintos modos de representación semiótica. Para Salazar (2013) es “toda unidad de trabajo de duración variable, que organiza un conjunto de actividades de enseñanza y aprendizaje y que responde, en su máximo nivel de concreción, a todos los elementos del currículo: qué, cómo y cuándo enseñar y evaluar”. (p. 19). En resumidas cuentas, la unidad didáctica se diseña con la finalidad de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje en el aula, teniendo en cuenta el contexto del estudiante, sus ideas previas, los modelos explicativos, su finalidad es generar pensamiento crítico y creativo que redunde en un aprendizaje profundo.

La unidad didáctica lleva por título “ Una estrategia didáctica para potenciar la regulación metacognitiva y el aprendizaje de los caracteres hereditarios” ha sido diseñada desde una visión histórica-epistemológica partiendo de los principales modelos que explican la forma como se transmiten los caracteres hereditarios, y busca potenciar en los estudiantes la regulación metacognitiva, para que puedan planear las actividades, verificar la planeación y sean capaces de evaluar sus procesos de aprendizaje. La secuencia de la

unidad didáctica se fundamenta en la estructura que rige la maestría en enseñanza de las ciencias de la Universidad Autónoma de Manizales, la cual consta de tres momentos, ubicación, desubicación y reenfoque.

5.5.2 Momento 1. Ubicación.

Se exploran los modelos explicativos que poseen los estudiantes con respecto a la herencia de los caracteres, permitiendo determinar los obstáculos en el aprendizaje, este momento será intervenido mediante el estudio de caso rasgos en la familia.

5.5.3 Momento 2. Desubicación.

Se introducen los conceptos a trabajar, basados en fuentes investigativas que sustentan los procesos cognitivos y didácticos, dándose una confrontación entre, modelos explicativos que poseían los estudiantes y la nueva información que reciben; en este momento se dará la contextualización de modelos explicativos mediante actividades que exploran la epistemología e historia de la herencia y se concadena con los avances en la ingeniería genética, clonación, biotecnología.

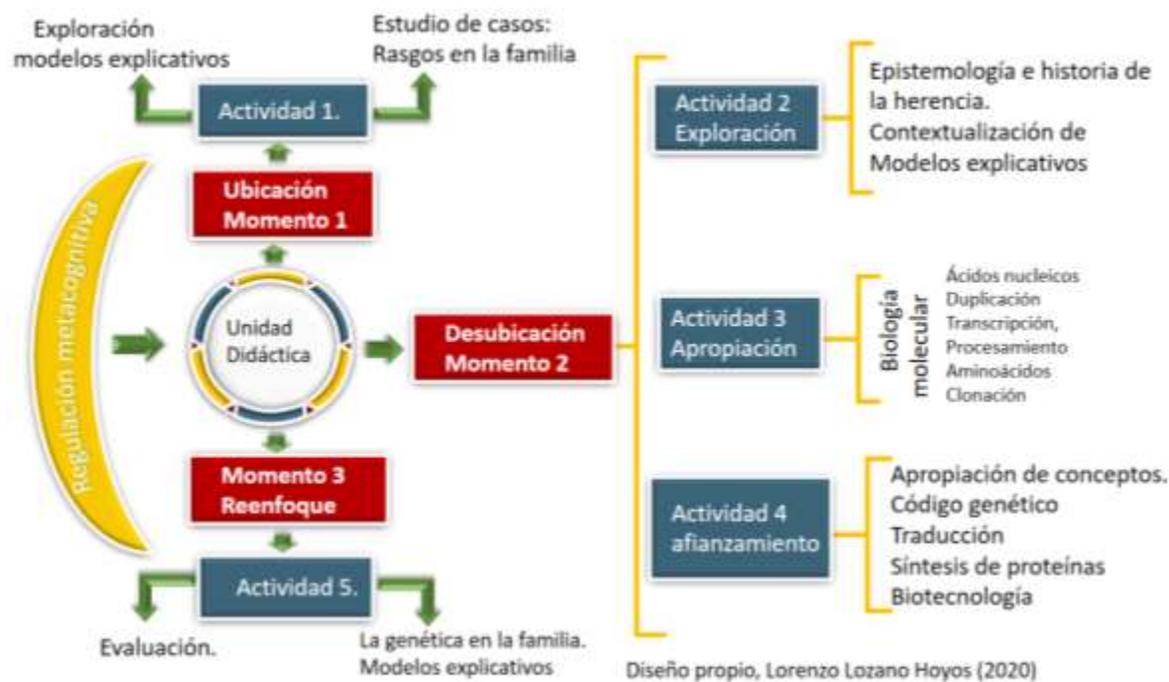
5.5.4 El Momento 3. Reenfoque.

Busca que los estudiantes apliquen lo aprendido bajo la luz que orientan las teorías y pongan en práctica los parámetros de la regulación metacognitiva; este momento corresponde a la evaluación y será intervenido mediante el estudio de caso: La genética en la familia, con el cual se determinará el modelo explicativo según la herencia que posee el estudiante.

Los criterios que se han tenido en cuenta para el diseño de las actividades de la unidad didáctica son: Que explore los modelos explicativos, los obstáculos que impidan obtener el aprendizaje; que permita determinar la historia epistemológica del tema y oriente el aprendizaje hacia las concepciones científicas de la herencia biológica; que las actividades potencien las habilidades de la regulación metacognitiva, haciendo que el estudiante

planea, monitorea y evalúa el aprendizaje obtenido de los caracteres hereditarios. La figura 9 extrae el diseño de la unidad didáctica.

Figura 9, Estructura de la Unidad Didáctica



Los instrumentos descritos se utilizaron para realizar pilotaje a grupos de estudiantes diferentes a los del estudio, lo cual permitió efectuar ajustes, en cuanto al diseño, tiempo estimado para resolver las actividades, corregir preguntas ambiguas y posteriormente fueron validados por expertos, entre los que se encuentran los docentes de la maestría en enseñanza de las ciencias, el orientador de la tesis y evaluadores externos del proyecto, los cuales aportaron a su rectificación.

5.6 DISEÑO METODOLÓGICO

El diseño metodológico de la investigación cualitativa, está enmarcado en Caracterizar las relaciones entre la regulación metacognitiva y el aprendizaje de los caracteres hereditarios, por ello se propusieron los siguientes pasos para el desarrollo del proceso metodológico con los cuales se espera resolver la pregunta de investigación.

5.6.1 Paso 1.

Correspondió al diseño de los instrumentos para indagar, los modelos explicativos y poner en marcha la estrategia didáctica de la regulación metacognitiva y la validación de estas herramientas por parte de expertos; en este paso se diseñó el documento del consentimiento informado que firmaron los padres de familia. (Ver anexo 4)

5.6.2 Paso 2.

Aplicación de los instrumentos para verificar los modelos explicativos sobre la herencia, los obstáculos en el aprendizaje de los caracteres hereditarios y las dificultades que tienen los estudiantes en el desarrollo de las habilidades de regulación Metacognitiva (Ver anexo 1 y 2)

5.6.3 Paso 3.

Se examinaron los cuestionarios, se verificaron los modelos explicativos y los obstáculos y en el aprendizaje y con base en estos se adecuó la unidad didáctica con las actividades de la regulación metacognitiva la cual fue sometida a la validación de expertos (Ver anexo 3).

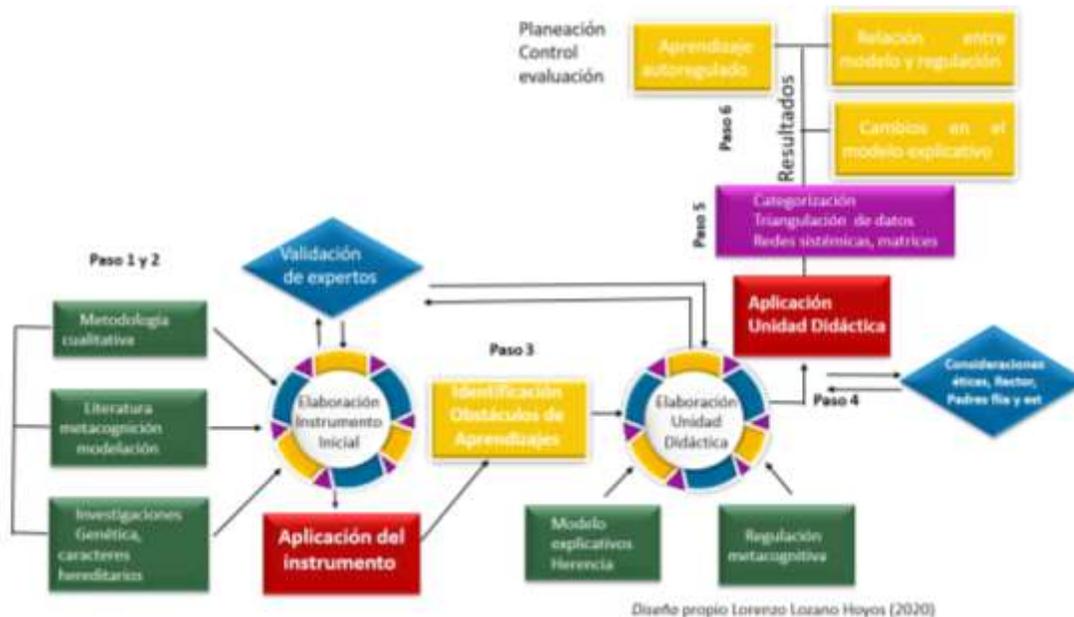
5.6.4 Paso 4.

Correspondió a la intervención o aplicación de la unidad didáctica, la cual requirió de mayor tiempo para su ejecución, se le realizó seguimiento continuo y se recolectó la información, con posterioridad se redactaron y enviaron las consideraciones éticas a los administrativos y padres de familia.

5.6.5 Paso 5.

Se analizó la información y los resultados obtenidos con la intervención didáctica, la cual permitió determinar las relaciones existentes entre los modelos explicativos y la regulación metacognitiva, el cambio del modelo explicativo según la herencia La siguiente figura sintetiza todos los pasos del diseño metodológico.

Figura 10. Diseño Metodológico



5.7 PLAN DE ANÁLISIS

Para realizar el plan de análisis, primeramente, se realizó lectura detallada de la información arrojada en los dos instrumentos aplicados antes de la intervención didáctica (Anexo 1 y 2) para facilitar la tabulación de la información a cada categoría y subcategoría se le asignó un color y un código, la información obtenida se cortejó con los indicadores redactados para cada categoría (Tabla 5 y 7) y con los criterios establecidos para determinar los niveles de desempeño de los estudiantes en la regulación metacognitiva (figuras 7 y 8), y se construyeron redes sistémicas que permitieron ubicar a los estudiantes en el modelo explicativo según la herencia y nivel de desempeño en la regulación metacognitiva. (figuras 12,13,14,15 y16). Toda la información se consolidó en matrices para su respectivo análisis. (Tablas 8, 9, 10, 11 y 12)

Posteriormente se realizó lectura minuciosa de la información arrojada del desarrollo de las actividades de la unidad didáctica; para tabular la información se recurrió a la técnica de las redes sistémicas, (figuras 17, 18, 19, 20 y 21) las cuales permitieron ubicar a cada estudiante de acuerdo al nivel de desempeño en las categorías y subcategorías del estudio;

esta información se condolió en matrices (Tablas 13, 14, 15, 16 y 17) y se cortejó con la arrojada en los primeros resultados y con las teorías expuestas en el marco teórico.

Una vez tabulada y organizada la información de acuerdo a los niveles de desempeño y modelos explicativos, se procedió a triangular mediante la técnica de datos. En la cual se corroboró la información obtenida en el análisis de las categorías, los instrumentos aplicados (unidad didáctica) y los antecedentes investigativos descritos en el marco teórico, de los cuales se obtienen las conclusiones finales. Todo esto, acorde con lo expresado por Cisterna (2005) sobre la triangulación de la información y sus procedimientos inferenciales, en el cual se van estableciendo conclusiones ascendentes al agrupar las respuestas relevantes por categorías, subcategorías o tendencia que se puedan clasificar en términos de coincidencia o divergencia en cada uno de los instrumentos aplicados y se buscan las relaciones con la pregunta de investigación formulada.

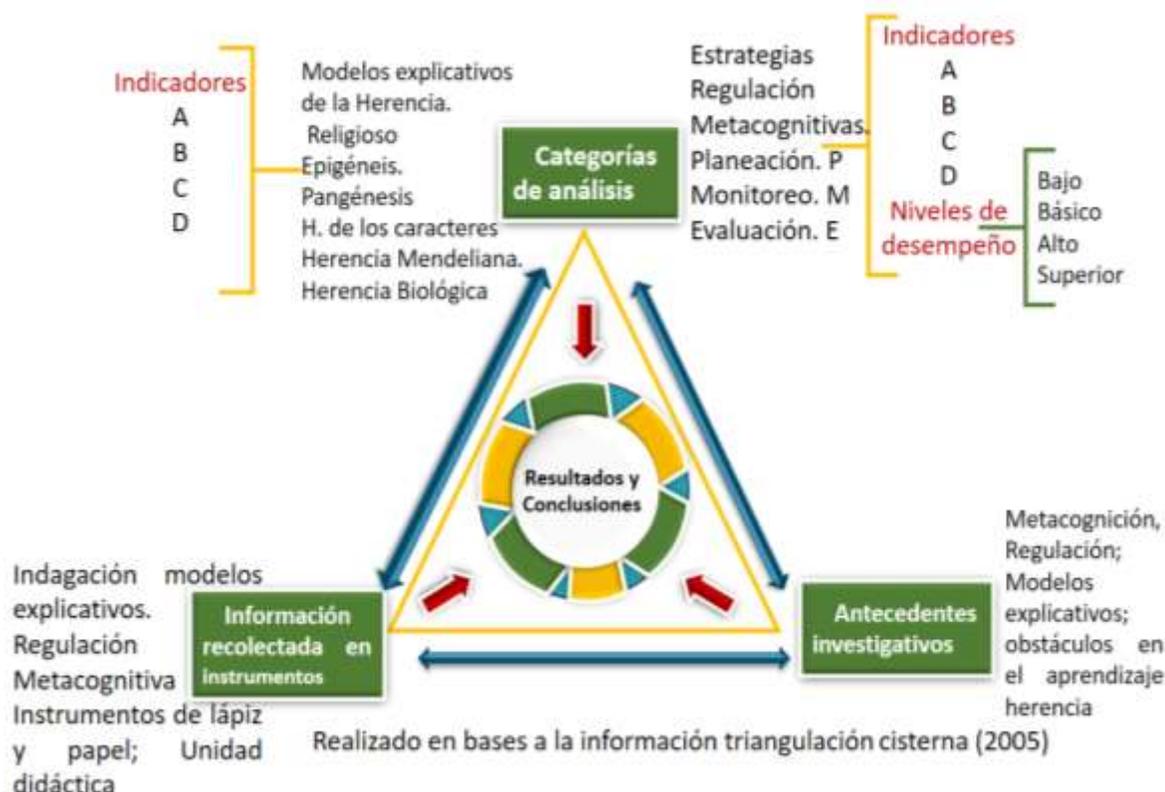
5.8 TRIANGULACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Según, Okuda y Gómez (2005) la triangulación es una herramienta enriquecedora que le confiere a un estudio rigor, profundidad, complejidad y permite dar grados variables de consistencia a los hallazgos y de acuerdo con Cisterna (2005) esta da cuenta de la validez de los resultados del estudio y reduce los problemas de sesgos aumentando la comprensión del fenómeno investigado, y partiendo del hecho que no es un proceso aislado, sino que se deben tener en cuenta todas las categorías y subcategorías. Por tal motivo en el presente estudio para realizar la triangulación se tendrán en cuenta los resultados arrojados sobre los modelos explicativos acerca de la herencia, antes y después de la intervención didáctica, su correlación con las estrategias de la regulación metacognitiva y todas estas concadenadas entre sí con los antecedentes analizados en el marco teórico que tratan los modelos explicativos de la herencia, las estrategias de la regulación metacognitiva y los obstáculos en el aprendizaje de los caracteres hereditarios.

Con el fin de tener una visión amplia de la forma como se llevará a cabo la triangulación, partiendo de las categorías de análisis, los antecedentes consultados descritos

en el marco teórico, los resultados obtenidos en los instrumentos e intervención didáctica se ha diseñado el siguiente esquema.

Figura 11. Diseño de la Triangulación



Con el esquema se busca ilustrar la forma como se realizará la triangulación de la información; primeramente se triangularán de manera independiente los resultados obtenidos en las categorías y subcategorías de análisis de estos se irán obteniendo conclusiones, de igual manera se hará con la información recolectada en los instrumentos antes y después de la intervención didáctica y esta información y las conclusiones iniciales obtenidas se triangularán con los antecedentes investigativos descritos en el marco teórico; de esta forma se obtendrán los resultados y las conclusiones definitivas. Las flechas de color verde indican la interacción de la información y las de color vino tinto saliendo de los vértices confirman que los resultados y conclusiones se obtuvieron de la triangulación de la información.

6 RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos después de analizar las respuestas dadas por los estudiantes en los instrumentos y actividades de la unidad didáctica, concadenados con la información existente sobre cada categoría y subcategorías de los modelos explicativos y regulación metacognitiva. Primero, se da a conocer el análisis obtenido de las respuestas en el primer instrumento (Anexo 1) en donde se indagan los modelos explicativos iniciales que poseen acerca de la herencia. De segundo, se presentan los resultados obtenidos en las respuestas dadas en el segundo instrumento (Anexo 2) en donde se indagan las habilidades iniciales que poseen sobre la regulación metacognitiva (planeación, monitoreo y evaluación). De tercero, se presentan los resultados obtenidos en el aprendizaje de los caracteres hereditarios con la puesta en marcha de la intervención didáctica. Como cuarto y último se realiza el análisis de la situación final de los estudiantes con relación al aprendizaje de los caracteres hereditarios; determinando el posible aporte que hace la regulación metacognitiva al cambio del modelo explicativo acerca de la herencia.

6.1 ANÁLISIS INICIAL. CATEGORÍA MODELOS EXPLICATIVOS ACERCA DE LA HERENCIA

La clasificación de los modelos explicativos según la herencia en el proyecto, fue establecida de acuerdo a las aportaciones realizadas por, Andrade (2009); Barrero (2014); Ferrer (2016); Vecchi y Hernández (2015); Villa y Torres (2011). Cuyos argumentos permitieron determinar las concepciones más comunes en los estudiantes hacia estos modelos y crear los indicadores para ubicarlos de acuerdo a sus respuestas (Ver Tabla 5 capítulo metodología). Para facilitar el análisis de las respuestas dadas por los estudiantes, se construyeron redes sistémicas con nomenclatura (detallan el significado de cada estructura, para interpretar el análisis), que permitían cortejar los indicadores con las palabras expuestas por ellos, (Ver figuras 12 y 13), esta información arrojada se organizó en matrices (tabla 8) obteniéndose los resultados que se analizaron a la luz de las teorías expuestas por los autores descritos en el marco teórico y antecedentes investigativos.

Figura 12. Red sistémica Modelos Religioso, Preformistas, Epigénesis y Pangénesis

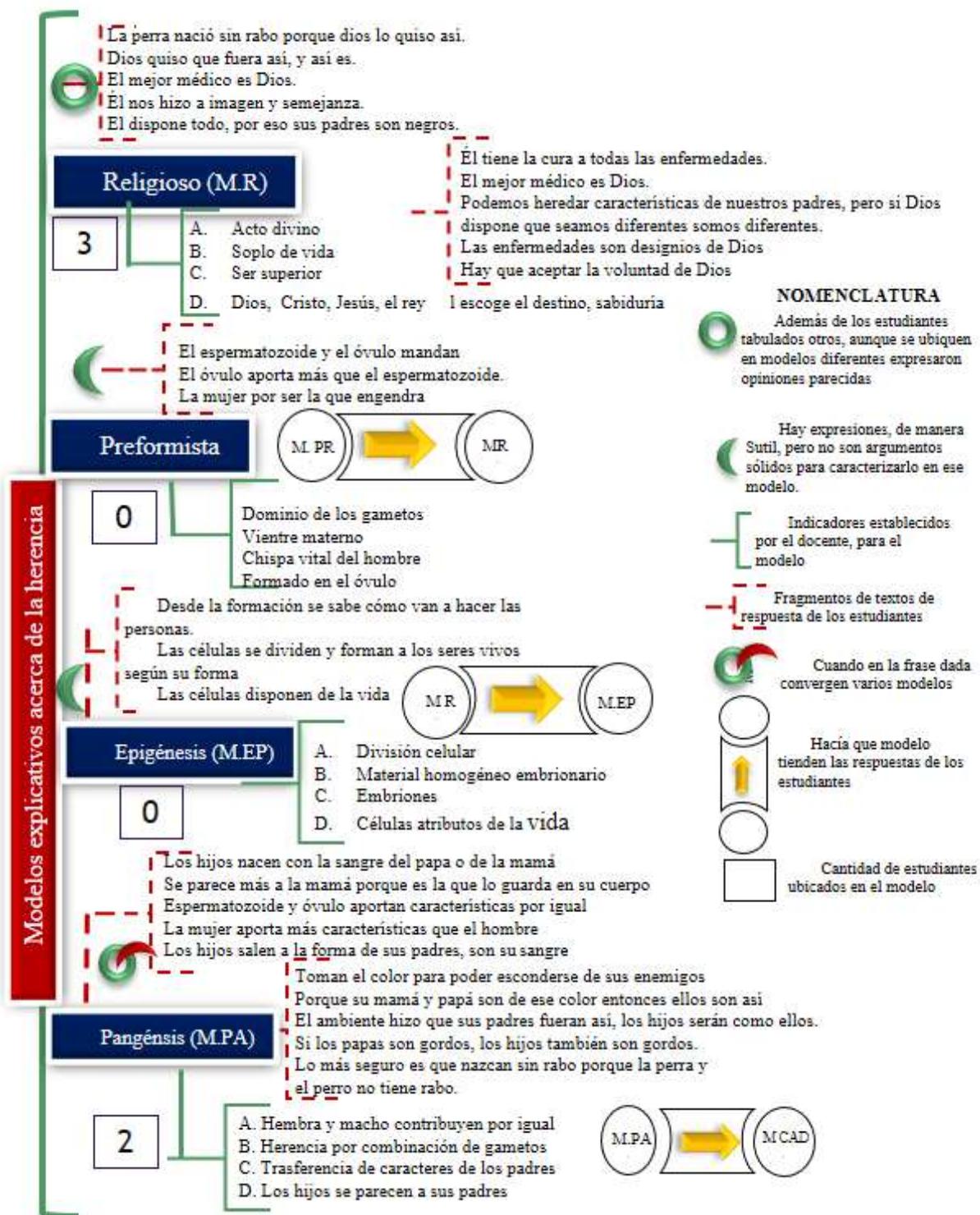
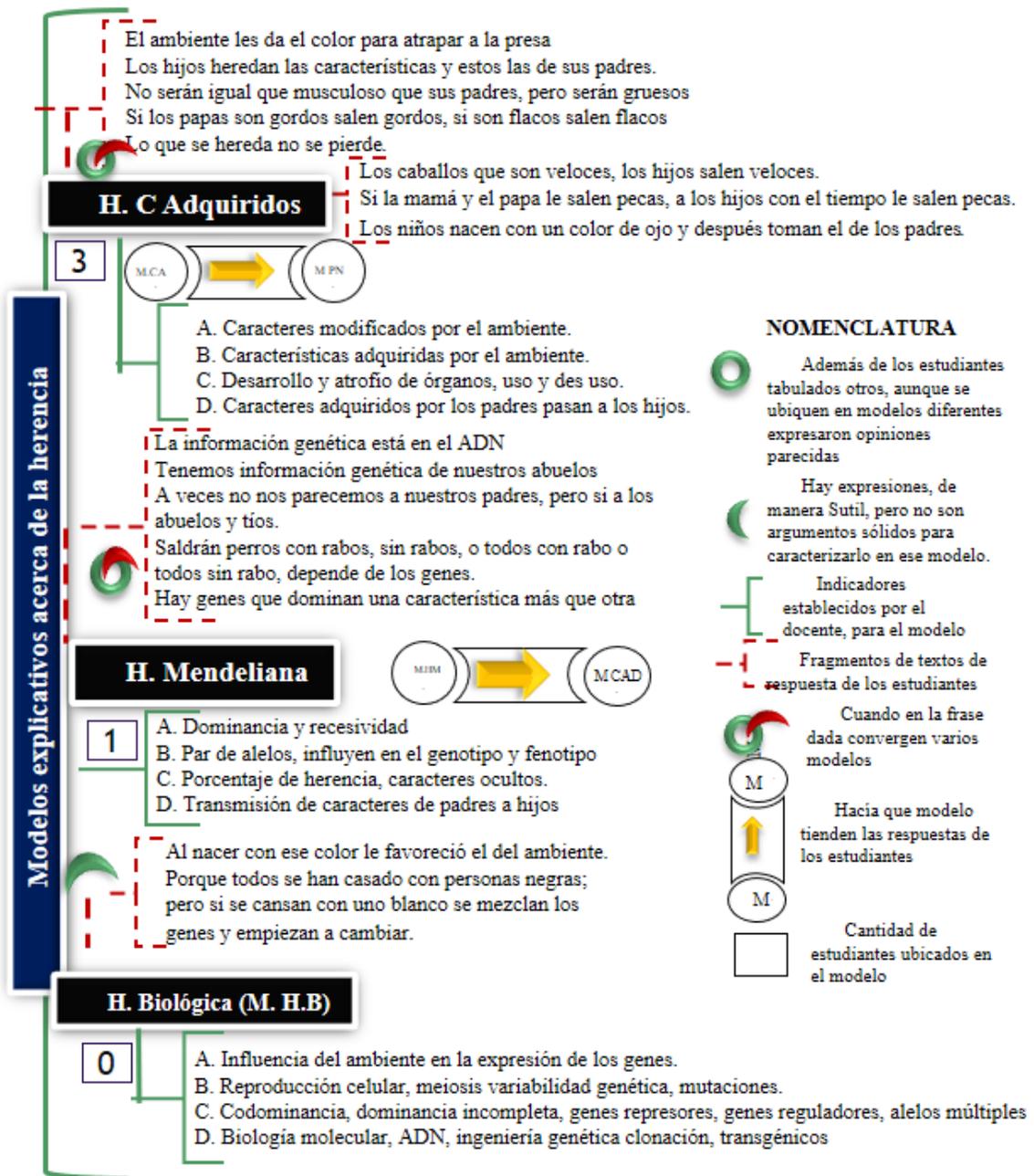


Figura 13. Red Sistémica Modelos. Herencia CAD, H. Mendeliana y H. Biológica.



Como se puede apreciar en las redes sistémicas, las expresiones más ricas en información están directamente relacionadas con los modelos explicativos, religioso,

pangénesis y herencia de los caracteres adquiridos, en estos se ubican los estudiantes del estudio; si bien existen expresiones concernientes a los modelos epigenésis y preformistas, estas son demasiado sutiles, no son argumentos sólidos para ubicar al estudiante, además existen expresiones que los podrían conducir hacia el modelo de la herencia mendeliana o herencia biológica pero están cruzadas en la misma frase con palabras de otros modelos, es decir no son argumentos válidos por presentar incoherencia en su estructura. Un ejemplo de estas es “Si a la mamá o a el papa le salen pecas, a los hijos con el tiempo también le salen pecas” si bien las pecas (manchas en la piel) pueden estar en los genes, se desconoce la influencia que puede ejercer el ambiente sobre estos, por lo tanto, la frase tiende hacia el modelo caracteres hereditarios y no al mendeliano ni herencia biológica. La información arrojada por las redes sistémicas se organizó en la tabla 8.

Tabla 8. Resultados Indagación Modelo Explicativos. Antes de la intervención didáctica

Las letras A.B.C y D corresponden a los niveles de desempeño, la letra S, cuando se aproxima al cumplimiento o lo cumple y la letra N cuando no.

EST	Religioso	Preformista	Epigenésis	Pangenésis	Caracteres. A	Mendeliano	Biológico	Ubicación
	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	
E1	S S S N	N S S N	N N N S	N N N N	N N N S	N N N S	N N N N	M:R
E2	N N S N	N N N N	N N N N	S N S N	S S S S	N N S N	S N N N	M CAD
E3	S S S S	N S N S	N N N N	N N N N	N N N S	N N N N	N N N N	M. R
E4	S S S N	N N S S	N N S N	N N N N	N N N N	S N N N	N N N N	M.R
E5	N N N N	N N N N	N N N N	S S N N	S S S N	S N N N	S N N N	M CAD
E6	N S S N	S N N N	S N N N	N S S S	N N N S	N N N N	N N N N	M. PAN
E7	N N N N	N N N N	N N N N	S N N N	S S S S	S N N S	N S N N	M CAD
E8	N S N N	N S N N	S N N N	S S S N	N S S S	N N N N	S N N N	M. PAN
E9	S N N N	N N N N	N N N N	S N N N	S S N N	S S N S	N S N N	M. HM
Can- tidad	3	0	0	2	3	1	0	
%	33,33%	0%	0%	22,22%	33,33%	11,11%	0%	

Los 9 estudiantes del estudio constituyen el 100%

La tabulación de la información en la matriz, permitió determinar que los estudiantes E₁, E₃, y E₄, se ubican en el modelo religioso con un porcentaje correspondientes al 33,33%;

que los estudiantes E₂, E₅, y E₇, se encuentran ubicados en el modelo Herencia de los caracteres adquiridos con un 33,33%; los estudiantes E₆ y E₈, se encuentran en el modelo pangénesis con un porcentaje correspondiente al 22,22% y que el estudiante E₉ se ubica en el modelo herencia mendeliana con un 11,11%. A pesar que los modelo Epigénesis, Preformistas y Herencia biológica, no poseen estudiantes en ellos, si hay niveles de desempeños aprobados, lo que confirma que existen obstáculos en el aprendizaje de la herencia y que es posible conducir el aprendizaje hacia el modelo de la herencia biológica.

El modelo religioso además de tener un porcentaje elevado de estudiantes ubicados en él, también cuenta con un alto número de niveles aprobados por estudiantes que no se encuentran en dicho modelo por haber aprobado mayor cantidad de niveles de otro; este alto porcentaje en el modelo religioso coincide con el estudio realizado por Bahos (2018), la cual reportó que el modelo religioso prevaleció con un 53% en los estudiantes después de haber aplicado la intervención didáctica, aduciendo que estos responden bajo criterio de su propia vivencia lo que han escuchado de sus familiares, que sus argumentos provienen de creencias relacionadas con preconcepciones adquiridas desde el mismo seno familiar y el contexto.(Bahos, 2018 p.81).

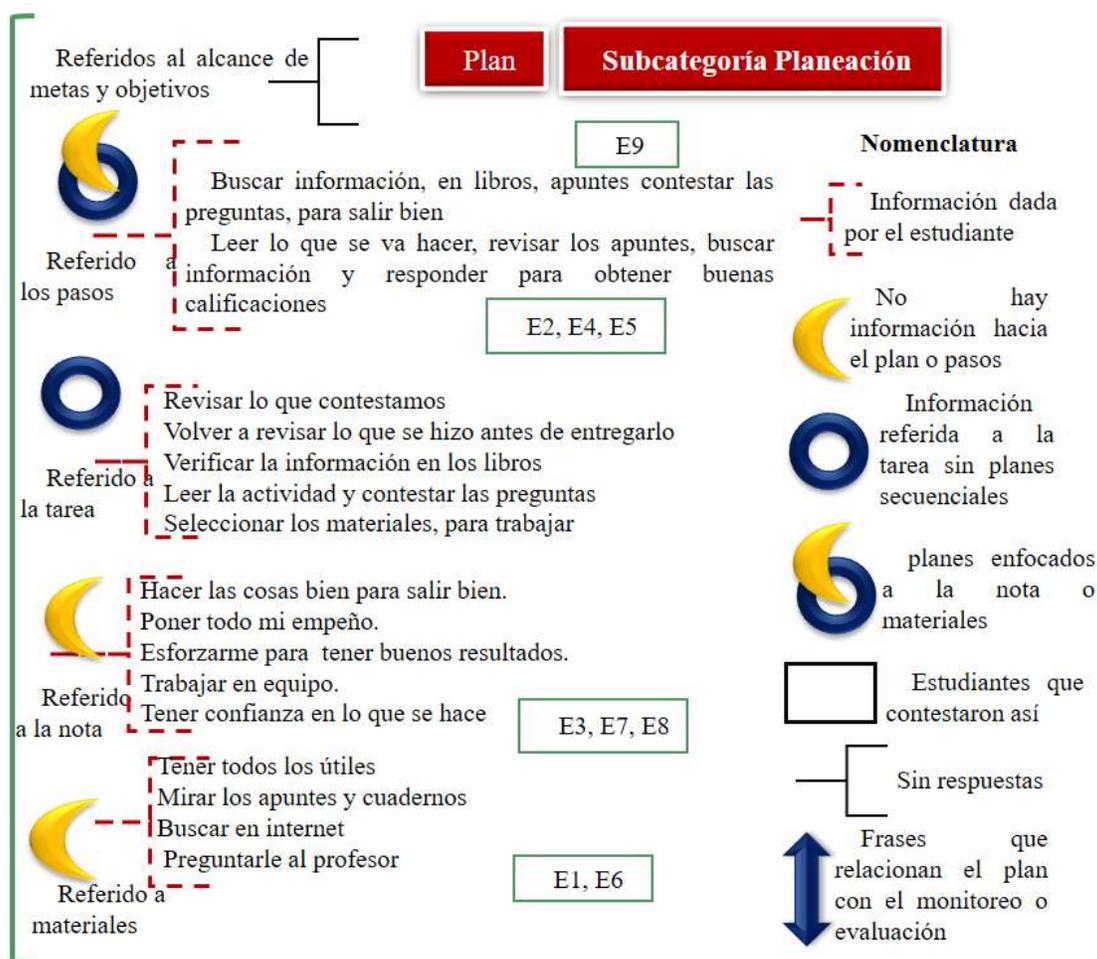
6.2 ANÁLISIS INICIAL. CATEGORÍA REGULACIÓN METACOGNITIVA

En las siguientes líneas se presentan los resultados obtenidos al tabular y organizar las respuestas dadas por los estudiantes en la aplicación del segundo instrumento (Anexo 2) en el que se indagan las habilidades iniciales que poseen sobre la regulación metacognitiva (planeación, monitoreo y evaluación) aplicado antes de la intervención didáctica. Primeramente, se dan a conocer las redes sistémicas de cada subcategoría (figuras 14, 15 y 16) con sus respectivos análisis; seguida a cada una de ellas se presentan las matrices con la clasificación de los estudiantes de acuerdo a su nivel de desempeño y porcentajes (Tablas 10, 11 y 12), las cuales fueron construidas al cortejar los indicadores descritos para cada subcategoría (Ver tabla 7. Capítulo metodología), con los criterios establecidos para determinar el nivel de desempeño del estudiante (Ver figuras 7 y 8 capítulo metodología) y la información arrojada en las redes sistémicas.

6.2.1 Subcategoría Planeación.

La siguiente red sistémica (Figura 14), se construyó con las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas que buscaban indagar la subcategoría planeación; al organizar los datos se detectó que las frases de los estudiantes estaban referidas a los materiales, a las notas, a las tareas y a los pasos, por lo cual se construyó la red sistémica basada en estas categorías, además estas respuestas estaban cruzadas con varias de estas categorías y otras no apuntaban a una planeación como tal, no permitían la realización de la tarea, por tal motivo se recurrió a figuras o nomenclaturas que permitieran su interpretación. Por ello se recomienda leer inicialmente la nomenclatura ubicada en la parte derecha de la red con el fin de visualizar el potencial de la información encontrada.

Figura 14. Red Sistémica Subcategoría Planeación.



En la red sistémica se puede apreciar que las respuestas dadas por los estudiantes E1, E3, E6, E7 y E8, no presentan un plan para resolver la actividad sus respuestas están enfocadas a la selección de materiales o consecución de notas; las dadas por los estudiantes E2, E4 y E5, a pesar de estar enfocadas hacia la tarea no se evidencian en ellas planes con pasos para la resolución de la misma, por lo tanto estos no cumplen con los indicadores; en las respuestas del estudiantes E9, se puede apreciar un plan e incluso con pasos estructurados alcanzando ciertos indicadores; pero estos están enfocados a la consecución de una calificación y no a los objetivos y metas de aprendizaje. Por todo lo anterior los niveles de desempeño para esta categoría quedan como se ilustran en la tabla 9.

Tabla 9 Porcentajes, Niveles de Desempeño, Subcategoría Planeación.

Ubicación de los Estudiantes Niveles de desempeño Planeación			
Nivel de desempeño		Estudiantes	Porcentaje
bajo	8	(E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8)	88,89%
Básico	1	E9	11,11%
Alto	0		0%
Superior	0		0%

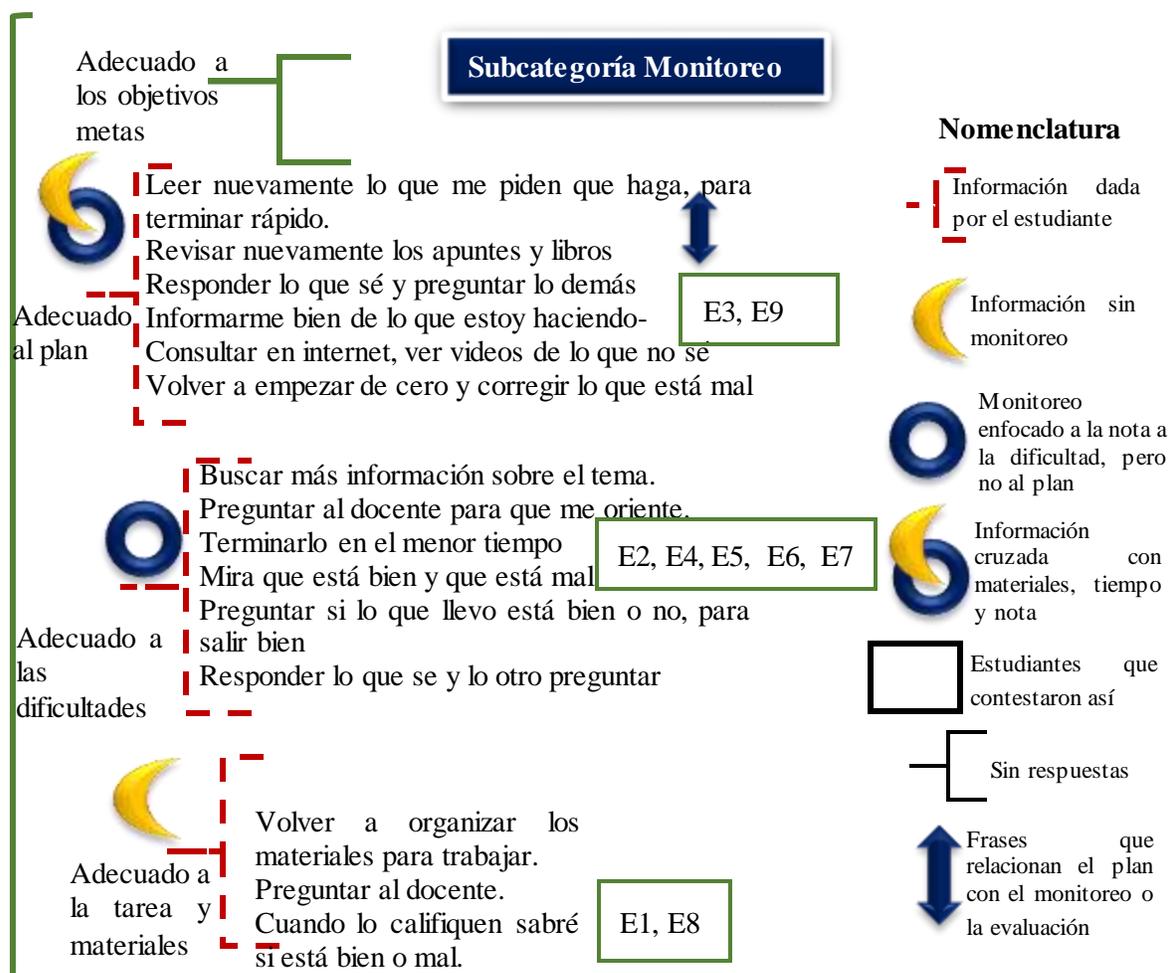
Los 9 estudiantes del estudio constituyen el 100%

La información da a conocer que más del 88% de los estudiantes no realizan procesos de planeación, ni se evidencian secuencias de pasos para realizar las actividades; que las posibles planeaciones realizadas están enfocadas a la consecución de notas o calificaciones y no a la realización de la actividad para adquirir aprendizaje. Si bien los resultados encontrados se alejan de lo manifestado por Schraw & Dennison (1994); Tamayo (2016) y Cadavid (2014), para los cuales la planeación implica, seleccionar las estrategias adecuadas y distribuir los recursos; con frecuencia, también supone fijarse metas, activar el conocimiento existente que sea relevante y administrar el tiempo. Reconforta que en el estudio llevado a cabo por Vargas y Burbano (2014), al aplicar una didáctica no parametral, a través del desarrollo de habilidades de la regulación metacognitiva, encuentra una alta significancia de respuesta hacia la planeación en un 69,5%; por tal motivo se espera obtener buenos resultados al realizar la intervención didáctica.

6.2.2 Subcategoría Monitoreo.

La siguiente red sistémica (Figura 15), se construyó con las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas que buscaban indagar la subcategoría del monitoreo enfocado a la planeación; al organizar los datos se detectó que estas respuestas se podían categorizar hacia la consecución de materiales, tareas, dificultades, adecuación del plan enfocado a los objetivos y metas de aprendizaje. La red sistémica cuenta con nomenclatura que detalla el significado de cada estructura, y figuras que permiten visualizar el potencial de la información y si esta está enlazada o no con otras expresiones de los estudiantes, lo cual facilita la interpretación del análisis.

Figura 15. Red Sistémica Subcategoría Monitoreo.



En la red sistémica se puede apreciar que las respuestas dadas por los estudiantes E1 y E8, no son conducentes a la realización de monitoreo, debido a que están enfocadas a los materiales y recursos, sin describir la evaluación de un plan o de procesos secuenciales para dar respuesta a la actividad; las respuestas de los estudiantes E2, E4, E5, E6 y E7 están referidas a las dificultades que se les presentan, pero las soluciones de estas no se enfocan a la restructuración de un plan o adecuación de nuevos pasos; por su parte los estudiantes E3 y E9 manifiestan la restructuración de los pasos, adecuación de planes para dar solución a las actividades, sin embargo, en estas frases los pasos no están orientados a la consecución de metas y objetivos de aprendizaje. La información de la red sistémica comparada con los indicadores establecidos para la subcategoría, permitieron determinar el nivel de desempeño de estos, los cuales se dan a conocer en la tabla 10.

Tabla 10. Tabla Porcentajes, Niveles de Desempeño Subcategoría Monitoreo.

Ubicación de los Estudiantes en los Niveles de desempeño Monitoreo		
Nivel de desempeño	Estudiantes	Porcentaje
Bajo	E1, E2, , E4, E5, E6, E7, E8	77,78%
Básico	E3; E9	22,22%
Alto		0%
Superior		0%

Los 9 estudiantes del estudio constituyen el 100%

En la anterior tabla se aprecia que más del 77% de los estudiantes se encuentran en el nivel de monitoreo bajo, es decir, no lo realizan, no se devuelven a revisar lo que planearon o no hay reflexión para dar solución a las dificultades encontradas y si bien el 22,22% se encuentran en el nivel básico, manifestando cierta relación con lo planeado y lo requerido no presentan como tal un seguimiento al plan definido o una rectificación de este que permita ajustar las estrategias descritas.

Estas apreciaciones concuerdan con los hallazgos encontrados por Valencia (2017) en su estudio, antes de aplicar la intervención didáctica; en el cual reportó que los estudiantes se

ubicaban en más del 80% por debajo del Nivel II de monitoreo, presentando dificultades en la mayoría de los indicadores establecidos para esa categoría; manifestando que estos presentan dificultades al seguimiento de un plan, no marcan los pasos que han ejecutado mientras resuelven la situación problema; las respuestas de los estudiantes, E4, E5, ante el monitoreo corroboran lo anterior *“Preguntar si lo que llevo está bien o no, para salir bien; responder lo que se y lo otro preguntárselo al maestro; cuando me califique la actividad sabré si está bien o mal.”* Esto puede indicar que los estudiantes, aunque diseñan el plan, no lo siguen para resolver la pregunta, simplemente ejecutan las tareas que creen convenientes para dar una respuesta sin tener en cuenta el plan elaborado.

De acuerdo con Cadavid (2014), en los estudiantes incipientes en los procesos de regulación metacognitiva como son los del estudio, estos parámetros o porcentajes encontrados son normales debido a que la habilidad del monitoreo se desarrolla lentamente siendo bastante pobre en niños e incluso en adultos, pero que mejora con la capacitación y según Swanson (1990), en la medida en que los sujetos controlen y monitoreen las estrategias que usan, su habilidad para resolver problemas se optimiza; por lo cual deberán esperarse mejores resultados en el monitoreo después de la intervención didáctica

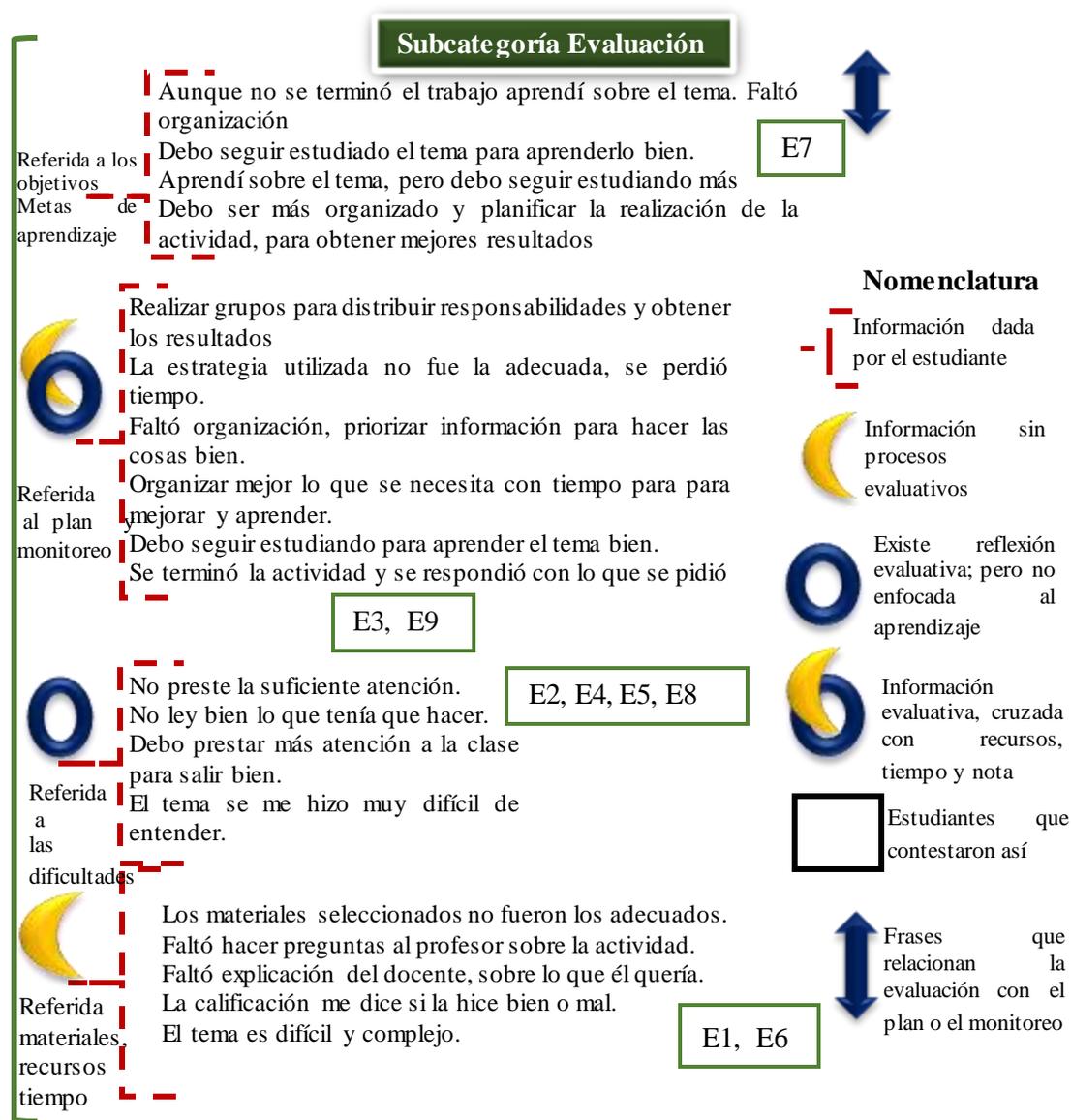
Los resultados encontrados en los estudios realizados por Vargas y Burbano (2014), después de la intervención didáctica, en el cual dan a conocer que más del 63,8% de los estudiantes presentan una alta significancia de respuesta a la supervisión o monitoreo y los reportes del estudio de Valencia (2017) después de la intervención didáctica en donde más del 40% de los estudiantes se ubicaron en el nivel III después de estar por debajo de este, confirman los resultados positivos que pueden encontrarse al aplicar la intervención.

6.2.3 Subcategoría Evaluación.

La siguiente red sistémica (figura 16) se construyó con las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas que buscaban indagar la subcategoría de la evaluación enfocada a la planeación, el monitoreo y objetivos de aprendizajes. Al organizar los datos se detectó que estas respuestas estaban referidas a materiales, tiempo, dificultades, al plan, al

monitoreo y objetivos y metas de aprendizaje, lo cual permitió categorizarlas y organizar de acuerdo a las respuestas dadas por los estudiantes, y como algunas respuestas tendían a varias categorías se recurrió a figuras que permitieran facilitar su interpretación; por tal motivo la red sistémica cuenta con nomenclatura que detalla el significado de cada estructura, y figuras que permiten visualizar el potencial de la información y, si esta, está enlazada o no con otras expresiones de los estudiantes, lo cual facilita la interpretación del análisis.

Figura 16. Red Sistémica Subcategoría Evaluación



En la red sistémica se logra apreciar que las respuestas dadas por los estudiantes, E1 y E6, no presentan argumentos para ser catalogadas como evaluativas; *“Los materiales seleccionados no fueron los adecuados; el tiempo dado fue muy corto, la actividad era muy larga y compleja”*. En estas expresiones no se denota reflexión sobre la estrategia seguida, se presentan son justificaciones referidas a los materiales y al factor tiempo. Las frases dadas por los estudiantes E2, E4, E5 y E8, tampoco presentan argumentos concernientes a la evaluación, se orientan a las dificultades que se les presentaron, son ejemplo de ellas; *“no ley bien lo que tenía que hacer; debo prestar más atención a la clase para salir bien; el tema se me hizo muy difícil de entender”*. No se evidencian explicaciones del porque no se logró realizar la actividad, de los aprendizajes logrados o por que no se lograron.

Los estudiantes E3 y E9, presentar reflexiones evaluativas algunas asociadas a lo planeado, a lo monitoreado, pero están cruzadas con el factor tiempo las expresiones dadas así lo corroboran; *“faltó organización, priorizar información para hacer las cosas bien; se contestó de acuerdo a lo pedido y se hizo hasta donde se pudo y se aprendió”*. Si bien no especifican que se aprendió si reconocen que hubo aprendizaje y que le faltó organización y planificación. El estudiante E7 presenta reflexiones evaluativas asociadas a lo planeado o monitoreado enfocándose al aprendizaje, así lo demuestran sus argumentos; *“debo ser más organizado y planificar la realización de la actividad, para obtener mejores resultados”*. Se denotan en la frase las razones por las cuales no se logró realizar la actividad; sin embargo, en la red sistémica se aprecia que las otras frases están enlazadas con expresiones manifestadas por otros estudiantes.

Es importante destacar que, aunque los estudiantes no presentan un plan estructurado con secuencias de pasos, procesos de seguimiento a la estrategia con rectificación y ajuste, si presentan procesos evaluativos conducentes al aprendizaje enfocados a objetivos alcanzados y no alcanzados. La información arrojada por esta red sistémica comparada con los indicadores para la categoría, permitieron categorizar los estudiantes por niveles de desempeño como lo muestra la tabla 11

Tabla 11. Porcentajes, Niveles de Desempeño Subcategoría Evaluación

Ubicación de los estudiantes por Niveles de desempeño subcategoría Evaluación		
Nivel de desempeño	Estudiante	Porcentajes
Bajo	E1, E2, E4, E5, E6, E8	66,66%
Básico	E3, E9	22,22%
Alto	E7	11,11%
Superior		0%

Los 9 estudiantes del estudio constituyen el 100%

En la tabla se puede apreciar que más del 66% de los estudiantes no realizan procesos evaluativos enfocados a un plan ni monitoreo, que no cumplen con los indicadores establecidos para evaluar la subcategoría; que el 22,22% de los estudiantes presentan reflexiones evaluativas enfocadas al plan, al desarrollo y efectividad de la estrategia, pero sus argumentos están enfocados a la selección de materiales y al tiempo; y el 11,11% de los estudiantes presentan mecanismos evaluativos enfocados al plan, a la rectificación de la estrategia y al alcance de objetivos sin embargo no son claros al expresar el aprendizaje logrado.

De acuerdo con Tamayo (2006) la evaluación debe hacer referencia a las acciones y decisiones tomadas por el aprendiz al evaluar los resultados de las estrategias seguidas en términos de eficacia; los procesos evaluativos que más se acercan a lo manifestado son los expresados por el estudiante E7 *“Aunque no se terminó el trabajo aprendí sobre el tema, debo ser más organizado y planificar la realización de la actividad, para obtener mejores resultados”* Al igual que las otras subcategorías se espera que esta mejore con la puesta en marcha de la intervención didáctica.

6.3 ANÁLISIS REGULACIÓN METACOGNITIVA DE FORMA INTEGRAL

Para realizar el análisis se cortearon en una sola matriz los porcentajes de niveles de desempeño obtenidos en cada subcategoría por los estudiantes, y aunque se hacen algunas comparaciones de estos con lo que expresan los autores descritos en el marco teórico sobre las subcategorías de la regulación metacognitiva en busca de interpretar los; el análisis se hará integral y definitivo cuando se comparen estos con los arrojados en la intervención

didáctica. En la tabla 12 se dan a conocer los porcentajes obtenidos por niveles de clasificación de los estudiantes.

Tabla 12. Análisis de la Categoría Regulación Metacognitiva

Regulación Metacognitiva						
Niveles de desempeño	Planeación		Monitoreo		Evaluación	
Bajo	E ₁ ,E ₂ ,E ₃ E ₄ ,E ₅ ,E ₆ ,E ₇ , E ₈	88,78%	E ₁ ,E ₂ ,E ₄ ,E ₅ ,E ₆ , E ₇ ,E ₈	77,78%	E ₁ ,E ₂ ,E ₄ ,E ₅ , E ₆ , E ₈	66,67%
Básico	E ₉	11,11%	E ₃ , E ₉	22,22%	E ₃ , E ₉	22,22%
Alto		0%		0%	E ₇ ,	11,11%
Superior		0%		0%		0%

Los 9 estudiantes del estudio constituyen el 100%

De acuerdo con el análisis un 11,11% de los estudiantes realizan procesos de regulación enfocados a la planeación y habría de esperarse que solo este porcentaje fuese el que realizará procesos de monitoreo y evaluación enfocados al plan; sin embargo en la tabla se aprecia que un 22% de los estudiantes realizaron monitoreo, por lo que se interpreta que inicialmente no estructuraron un plan para el desarrollo de la actividad, pero en el proceso mismo de esta lo fueron adecuando o dieron explicaciones del porque habían fallado en su realización o de cómo se podría realizar; es por ello que para Schraw y Moshman (1995) el monitoreo es una actividad relacionada con el conocimiento declarativo en donde el estudiante en algunos casos solo al finalizar la actividad es capaz de interpretar que el plan elaborado no le permitía llevarla a feliz término o que debió estructurar uno. Estas interpretaciones se ajustan al 33% de los estudiantes que realizaron procesos evaluativos entendiéndose que no todos estaban enfocados a la planeación y al monitoreo.

Un estudiante que no haya realizado inicialmente un plan con secuencia de pasos, podría haber reflexionado y explicar las razones por las cuales le fue imposible realizar la actividad, dar explicaciones argumentativas del porque no alcanzó los aprendizajes y que estrategias debió realizar para alcanzar las metas y objetivos, estas apreciaciones concuerdan con lo manifestado por Buitrago y García (2012) sobre la no linealidad en la

regulación metacognitiva, el estudiante estando en el momento de evaluación desarrolla acciones de monitoreo, realizando cambios pertinentes al plan inicial y detectando dificultades en el desarrollo del mismo; el escrito del estudiante 7 en la red sistémica 6, confirma lo expuesto “*Debo ser más organizado y planificar la realización de la actividad, para obtener mejores resultados*” en la frase se evidencian procesos autor regulativos, sin embargo el análisis hecho confirma que los estudiantes no apoyan su éxito en la tarea en la elaboración y supervisión de la planeación, sino en la solución de la actividad bajo criterios de calificaciones.

6.4 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LA INTERVENCIÓN DIDÁCTICA

A continuación, se presenta el análisis de la información obtenida después de la intervención didáctica, se inicia con la categoría de los modelos explicativos, después se dan a conocer los resultados de las subcategorías de la regulación metacognitivas; para dicho análisis se utilizan los mismo indicadores, niveles de desempeños y estructuras de las redes sistémicas utilizadas en el análisis inicial; pero las redes sistémicas son enriquecidas con las respuestas dadas por los estudiantes a los interrogantes formulados en las actividades de la unidad didáctica y se comparan con las construidas en el análisis inicial; toda la información es tabulada en matrices para facilitar su análisis. En las siguientes líneas se detalla todo el proceso.

6.4.1 Análisis Categoría Modelos Explicativos Después de la Intervención Didáctica.

Para facilitar el análisis de las respuestas dadas a las preguntas que buscaban esta intervención (ver columna derecha tabla 5, capítulo metodología) se construyeron redes sistémicas con nomenclatura que permitían cortejar los indicadores con las palabras expuestas por ellos (Ver figuras 17 y 18), a estas redes se le realizó el análisis respectivo, la información arrojada se organizó en matrices (tabla 13) y se comparó con el obtenido en la primera intervención; obteniéndose los resultados que se analizaron a la luz de las investigaciones y autores descritos en el marco teórico. A continuación, se muestran las redes sistémicas y el análisis de la información.

Figura 17. Red Sistémica Modelos Explicativos R. EP, PR. Después de la Intervención

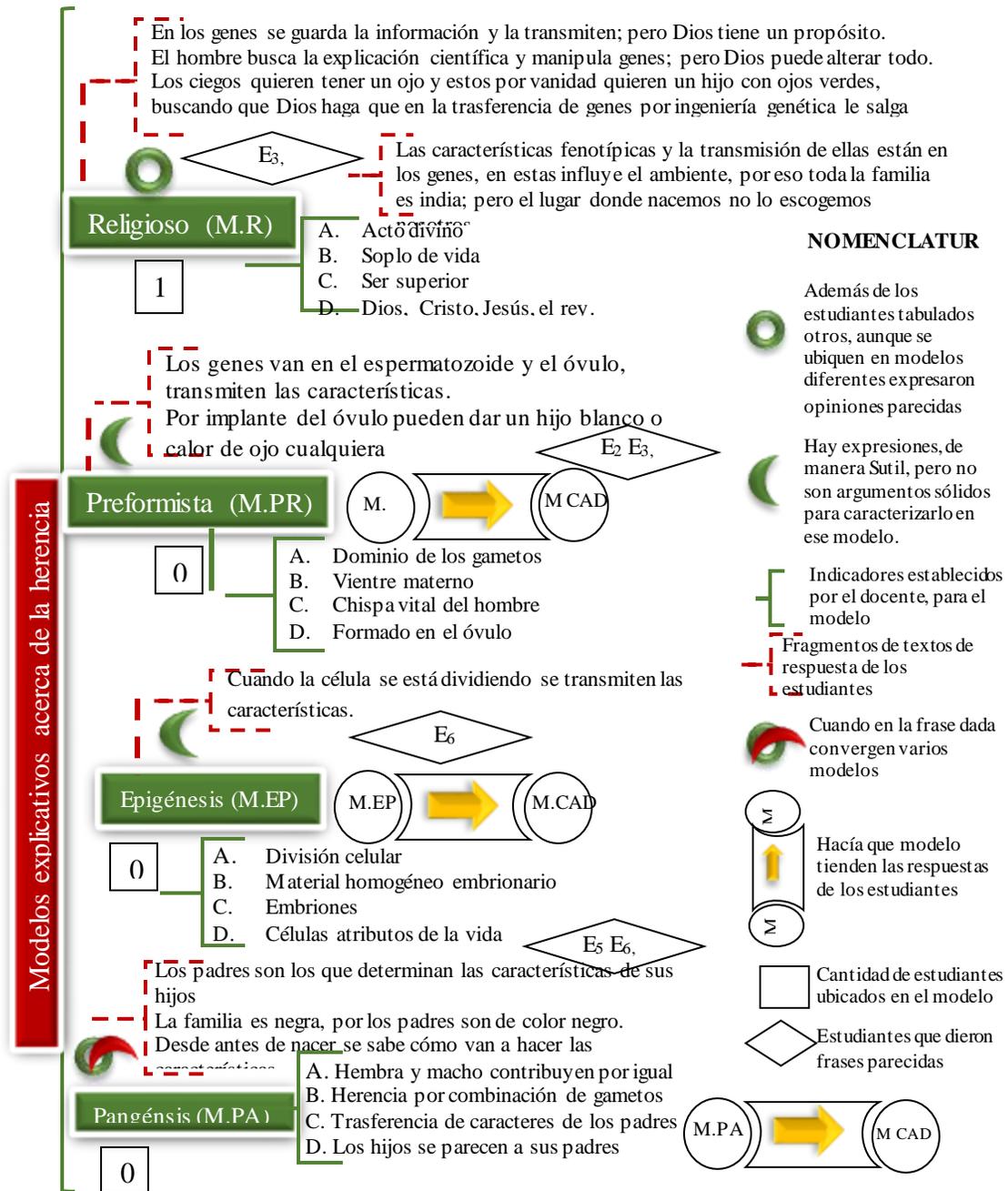
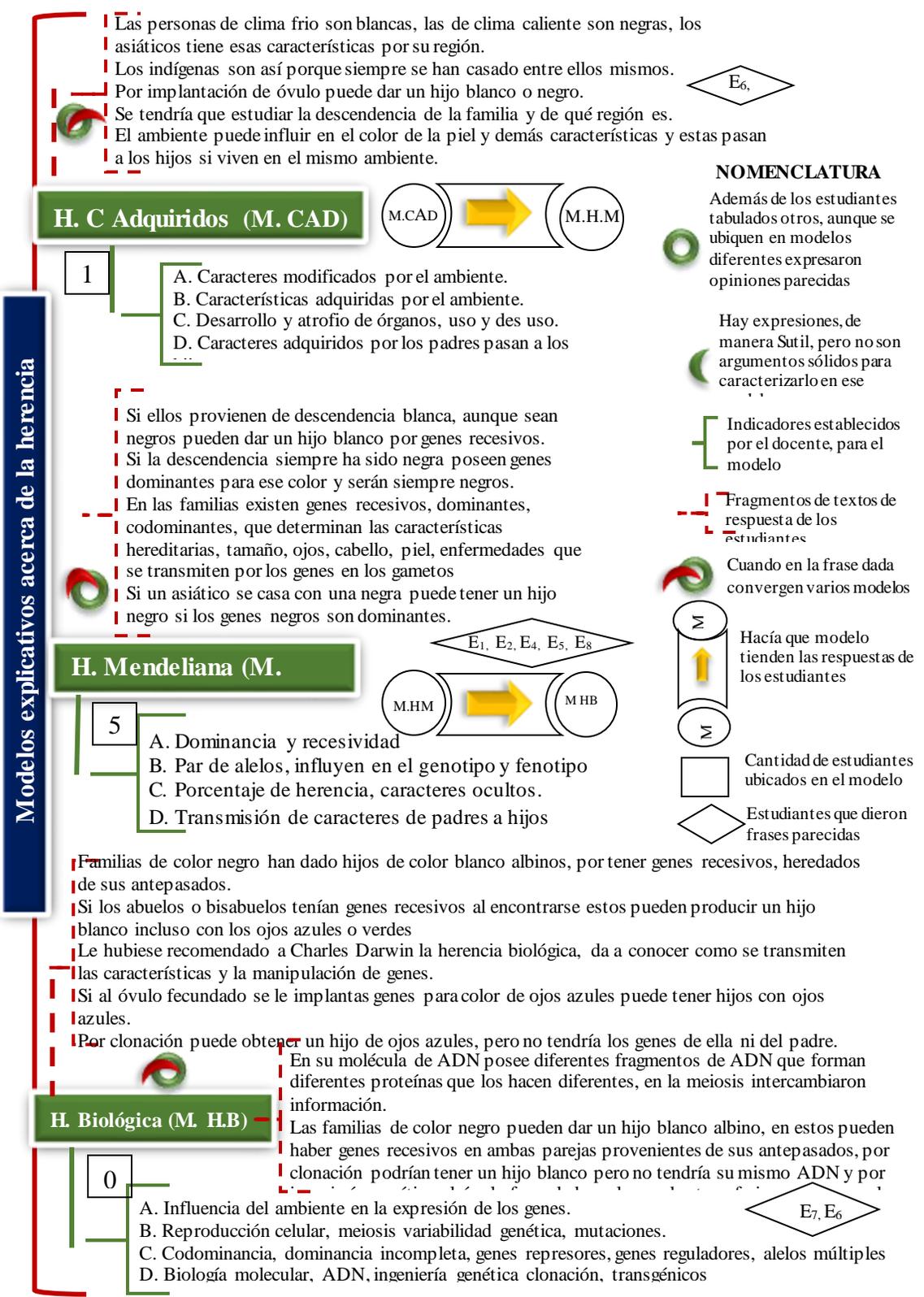


Figura 18. Red Sistémica, Modelos H. CAD, H.M, H. B Después de la Intervención.



El análisis de la red sistémica después de la intervención didáctica muestra una red más lucrada, evidenciando a simple vista frases más argumentativas hacia el lenguaje científico que tienden hacia los modelos de la herencia mendeliana y biológico. Si bien existen frases enriquecidas hacia el modelo religioso en estas se conjuga argumentos científicos, por ejemplo, lo manifestado por el estudiante E3 cuando expresa “Las características fenotípicas y la transmisión de ellas están en los genes, en estas influye el ambiente, por eso toda la familia es india; pero el lugar donde nacemos no lo escogemos nosotros. Se denota en la frase argumentos científicos relativamente sólidos dejando una ventana para el acto divino; los modelos preformistas, epigenésis y pangenésis, no presentan estudiantes ubicados en ellos, las frases dadas fueron muy sutiles y existían expresiones más contundentes que permitieron ubicarlos en otros modelos. La información arrojada por la red sistémica se consolidó en la tabla 13 y se realizaron los análisis.

Tabla 13. Resultados Modelos Explicativos Después de la Intervención Didáctica.

Las letras A.B.C y D corresponden a los niveles de desempeño, la letra S, cuando se aproxima al cumplimiento o lo cumple y la letra N cuando no.

Est	Religioso				Preformista				Epigénesis				Pangénesis				Caracteres				Hmendeliana				HBiológica				Ubicación
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
E1	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N	S	N	S	S	S	N	S	N	N	M.H.M
E2	N	N	S	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	N	N	N	S	N	S	S	S	N	S	N	M.H.M
E3	S	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	N	N	N	S	N	S	N	S	N	N	M.R
E4	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	N	S	S	N	S	S	N	M.H.M
E5	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N	S	S	S	S	S	N	N	S	M.H.M
E6	S	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	N	S	S	S	N	S	S	N	N	N	S	N	M.CAD
E7	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S	N	S	N	S	S	S	M.HB
E8	N	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	N	N	S	N	N	S	S	S	N	S	N	N	N	M.H.M
E9	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S	S	N	M.HB
Cantidad	1				0				0				0				1				5				2				
%	11,11%				0%				0%				0%				11,11%				55,55%				22,22%				

La organización de la información permitió determinar que los estudiantes se sitúan hacia los modelos más científicos, que solo uno, el E₃, se ubica en el modelo religioso cuyo porcentaje equivale al 11%; que en los modelos epigenésis, preformistas y pangenesis después de la intervención didáctica no se ubica ningún estudiante aunque existen frases hacia estos modelos; que en el modelo caracteres adquiridos se encuentra un estudiante el E₆, equivalente al 11,11%; que en el modelo herencia mendeliana se encuentran ubicados cinco estudiantes (E₁, E₂, E₄, E₅, E₈) cuyos porcentajes son equivalentes al 55,55% y en el modelo herencia Biológica se ubican dos estudiantes para un porcentaje del 22,22%.

Si bien el estudiante E₃, no cambio su modelo explicativo según la herencia, permaneciendo en el religioso, es importante destacar que las frases dadas en las respuestas están acompañadas de argumentos científicos *“Los ciegos quieren tener un ojo y estos por vanidad quieren un hijo con ojos verdes, buscando que Dios haga que en la transferencia de genes por ingeniería genética le salga ciego”* en la expresión se logra apreciar que nutre sus argumentos con conceptos científicos propios de la genética. De igual forma merece especial análisis el estudiante E₇, el cual paso del modelo caracteres adquiridos al modelo más científico las frases dadas a las preguntas así lo confirman *“Las familias de color negro pueden dar un hijo blanco albino, en estos puede haber genes recesivos en ambas parejas provenientes de sus antepasados, por clonación podrían tener un hijo blanco, pero no tendría su mismo ADN y por ingeniería genética al óvulo fecundado se le pueden transferir genes para color blanco”*. Los datos arrojados en la anterior tabla y redes sistémicas, se compararon con los obtenidos antes de la intervención didáctica, cuyo análisis y triangulación de la información se presenta a continuación.

6.5 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MODELOS ANTES Y DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN DIDÁCTICA.

Para realizar la comparación de los análisis se tuvieron en cuenta: el porcentaje de estudiantes ubicados en el modelo, la científicidad de los argumentos y la tendencia de las frases hacia los modelos antes y después de la intervención didáctica. En la tabla 14, se presenta la tabulación de los porcentajes y en las posteriores líneas se presenta el análisis.

Tabla 14. Porcentajes de Estudiantes por Modelos Explicativos Antes y Después de la Intervención.

Modelo	Antes de la intervención			Después de la intervención		
	N°	estudiantes	Porcentaje	N°	estudiantes	Porcentaje
Religioso	3	(E ₁ , E ₃ , E ₄)	33,33%	1	(E ₃)	11,11%
Epigenésis	0	0	0%	0	0	0%
Preformista	0	0	0%	0	0	0%
Pangenésis	2	(E ₆ , E ₈)	22,22%	0	0	0%
Caracteres Adquiridos	3.	(E ₂ , E ₅ , E ₇)	33,33%	1	(E ₆)	11,11%
Herencia Mendeliana	1	(E ₉)	11,11%	5	(E ₁ , E ₂ , E ₄ , E ₅ , E ₈)	55,55%
Herencia Biológica	0	0	0%	2	(E ₇ y E ₉)	22,22%

Los modelos más científicos en el estudio son Herencia Mendeliana y Herencia Biológica. Los 9 estudiantes del estudio constituyen el 100%

En la red sistémica construida antes de la intervención didáctica (figuras, 10) se evidencia que el modelo religioso es uno de los más enriquecidos con las frases de los estudiantes, estas se soportaban exclusivamente en un ser superior, ejemplo de ellas las expresadas por el estudiante E₄, *“La perra nació sin rabo porque dios lo quiso así; Dios quiso que fuera así, y así es”*. Después de la intervención didáctica no solamente disminuye el porcentaje de estudiantes ubicados en el modelo, pasando de 33,33% a 11,11% sino que las frases van acompañadas de procesos científicos, tal como la expresada por el estudiante E₃, en la red sistémica (figura 17) *“Los ciegos quieren tener un ojo y estos por vanidad quieren un hijo con ojos verdes, buscando que Dios haga que en la transferencia de genes por ingeniería genética le salga ciego”*.

En la frase se denota que el estudiante se apropió de conceptos científicos, que tiene claro los avances tecnológicos, pero mantiene la idea de un ser superior, lo cual concuerda con el obstáculo descrito por Barrero (2014) *“los estudiantes atribuyen la herencia a creencias religiosas, al género, a las emociones de los padres al momento de concebirlos”* (p. 69). Y con los resultados de Palacín (2015) la cual detectó obstáculos en el momento de abordar las ideas previas relativas a la existencia de conceptos de la herencia y que estos eran debidos a las creencias de los estudiantes y prevalecieron después de haber abordado

el tema. Con lo cual se infiere que los obstáculos epistemológicos debido a las creencias religiosas (modelo religioso) no son erradicados en su totalidad; pero con la puesta en marcha de la intervención disminuyeron y están acompañados de frases científicas.

Con respecto a los modelos epigenésis y preformistas, antes y después de la intervención didáctica permanecieron sin estudiantes ubicados, sin embargo, las frases antes de la intervención tendían hacia el modelo religioso y después se ubican hacia el modelo herencia de caracteres adquiridos, un ejemplo de esta es la del estudiante E₆ descrita en la red sistémica (figura 17). *“Cuando la célula se está dividiendo se transmiten las características”* se denota su tendencia hacia el modelo caracteres adquiridos, lo cual concuerda con lo manifestado por Palacín, (2015), cuando ostentan que algunos alumnos creen que los factores ambientales tienen más influencia que los hereditarios, revelando con esto obstáculos epistemológicos y conceptuales en el aprendizaje de la genética aún después de la intervención didáctica. Sin embargo, el modelo pangenésis paso de tener dos estudiantes antes de la intervención a cero después (22,22% a 0%) con lo cual se corrobora que la estrategia empleada si permite la superación de obstáculos.

El modelo herencia de los caracteres adquiridos, paso de tener tres estudiantes a un estudiante (33,33% a 11,11%) inicialmente las frases dadas por los estudiantes se orientaban hacia el modelo pangenésis como la del estudiantes E₇ en la red sistémica (figura 11) *“Si los papás son gordos los hijos salen gordos, si son flacos salen flacos”* en la frase se omite la influencia del ambiente sobre los genes, después de la intervención didáctica las frases se orientan hacia el modelo de la herencia mendeliana tal como la expresada por el estudiante E₆ *“El ambiente puede influir en el color de la piel y demás características y estas pasan a los hijos si viven en el mismo lugar”* aunque en la frase no se da la connotación de gen se valora que si tiene presente que el ambiente puede hacer que se expresen las características de estos.

Lo anterior concuerda con lo estipulado por Martínez et al. (2014) al manifestar que la aplicación de la genética al uso cotidiano de la información permite a los estudiantes

realizar argumentos críticos sobre los alcances, sociales y económicos, que se mueven entorno a los organismos genéticos y confirma de cierta forma que las actividades diseñadas en la unidad didáctica están enfocadas en el contexto de los estudiantes y con ellas se generan pensamiento crítico.

Antes de la intervención didáctica el modelo de la herencia mendeliana tenía un solo estudiante y sus expresiones se orientaban hacia el modelo de los caracteres adquiridos, con la puesta en marcha de la intervención se pasó a 5 estudiantes (11,11% al 55,55%) esto evidencia en primera instancia los efectos positivos de la intervención, además las frases encontradas hacia este modelo estaban nutridas científicamente, por citar un ejemplo se toma la del estudiante E5 red sistémica (figura 18) *“En las familias existen genes recesivos, dominantes, codominantes, que determinan las características hereditarias, tamaño, color de ojos, cabello, piel y enfermedades, estas se transmiten por los genes en los gametos, en la meiosis los cromosomas intercambian información.* Si bien la frase aterriza en el modelo herencia mendeliana su tendencia es hacia el modelo biológico.

El análisis realizado en el anterior párrafo concuerda con los hallazgos encontrados por Vallejo (2019). en su estudio, al estipular que los estudiantes antes de la intervención didáctica poseían ideas vagas y poco científicas del significado de la genética mendeliana, y estos aspectos mejoran con la aplicación de la unidad didáctica, al inicio las ideas carecen de sustento y son poco estructuradas y al final se observan ideas claras y pertinentes, denotándose una evolución conceptual en donde asumen las Leyes de Mendel como la base para explicar la naturaleza de la herencia, dominancia, recesividad, alelos y genes; aspectos que siguen la misma línea de Buitrago y García (2012) al afirmar que la regulación metacognitiva como estrategia permite al estudiante controlar su aprendizaje, potenciando su desempeño al determinar el proceso que sigue antes, durante y después de la resolución de un problema.

El modelo herencia biológica, que antes de la intervención no presentó ningún estudiante y las frases hacia él eran carentes de conceptos científicos sólidos; con la intervención

didáctica se ubican dos estudiantes pasando de (0% al 22,22%) las frases encontradas están soportadas científicamente denotándose la apropiación de estos conceptos, en la red sistémica (figura 18) se aprecia lo abundante de las frases, se toma como ejemplo la del estudiante E7 *“Las familias de color negro pueden dar un hijo blanco albino, en estos pueden haber genes recesivos en ambas parejas provenientes de sus antepasados, por clonación podrían tener un hijo blanco pero no tendría su mismo ADN y por ingeniería genética al óvulo fecundado se le pueden transferir genes para color blanco”* Además estudiantes ubicados en el modelo herencia mendeliana dan respuestas hacia este modelo.

En el análisis se encontró que el estudiante E9 que estaba antes de la intervención en el modelo herencia mendeliana, paso al de la herencia biológica; sin embargo, el estudiante E7, saltó del modelo caracteres adquiridos hasta el modelo más científico, denotándose lo positivo de la estrategia; lo cual concuerda con los estudios de Deleón (2018) al encontrar, que cuando se trabaja con los estudiantes la epistemología de las ciencias y aportes científicos, se les facilita a ellos conocer las teorías y mejoran los conceptos previos que no eran valideros; argumentos que coincide con lo manifestado por Tamayo et al, (2016) al afirmar que la metacognición y la autorregulación constituyen un pensamiento central para el logro de los aprendizajes y el pensamiento crítico, en donde la dimensión de la regulación metacognitiva ayuda al estudiante a controlar su aprendizaje, antes durante y después de realizar las tareas, mejorando su atención, proporcionándole una mayor conciencia de las dificultades en la comprensión y mejora las estrategias ya existente.

En la intervención didáctica se incluían actividades que le permitían al estudiante conocer la línea histórica y epistemología de los modelos explicativos acerca de la herencia y se debían realizar mediante las estrategias de la regulación metacognitiva; posiblemente estas sean las causas del porque los resultados encontrados concuerdan con los autores descritos.

En síntesis, se logra evidenciar que antes de la intervención didáctica el porcentaje de estudiantes ubicados en los modelos más científicos (Herencia mendeliana y Herencia

Biológica) equivalían al 11,11% y con la puesta en marcha de la estrategia pasaron al 77.77%. Además, en las respuestas dadas se aprecia la utilización de conceptos científicos en sus argumentos y los estudiantes que dieron respuestas hacia el modelo religioso las acompañaban de procesos científicos. Sin embargo, en el estudio faltó hacer el análisis en grupos de estudiantes en donde se abordará la temática sin recurrir a la estrategia de la intervención didáctica para hacer un cortejo de los resultados.

6.6 ANÁLISIS SUBCATEGORÍAS REGULACIÓN METACOGNITIVAS, DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos al tabular y organizar las respuestas dadas por los estudiantes a los interrogantes formulados en la unidad didáctica (anexo 3) en la que se indagan las habilidades de la regulación metacognitiva, si bien se tabularon y analizaron todas las respuestas; las redes sistémicas (figuras 19, 20 y 21) se construyeron en su mayor porcentaje con las respuestas dadas por ellos en la actividad 5, la cual por ser la última ofrece la posibilidad de valorar mejor los niveles de desempeño alcanzados.

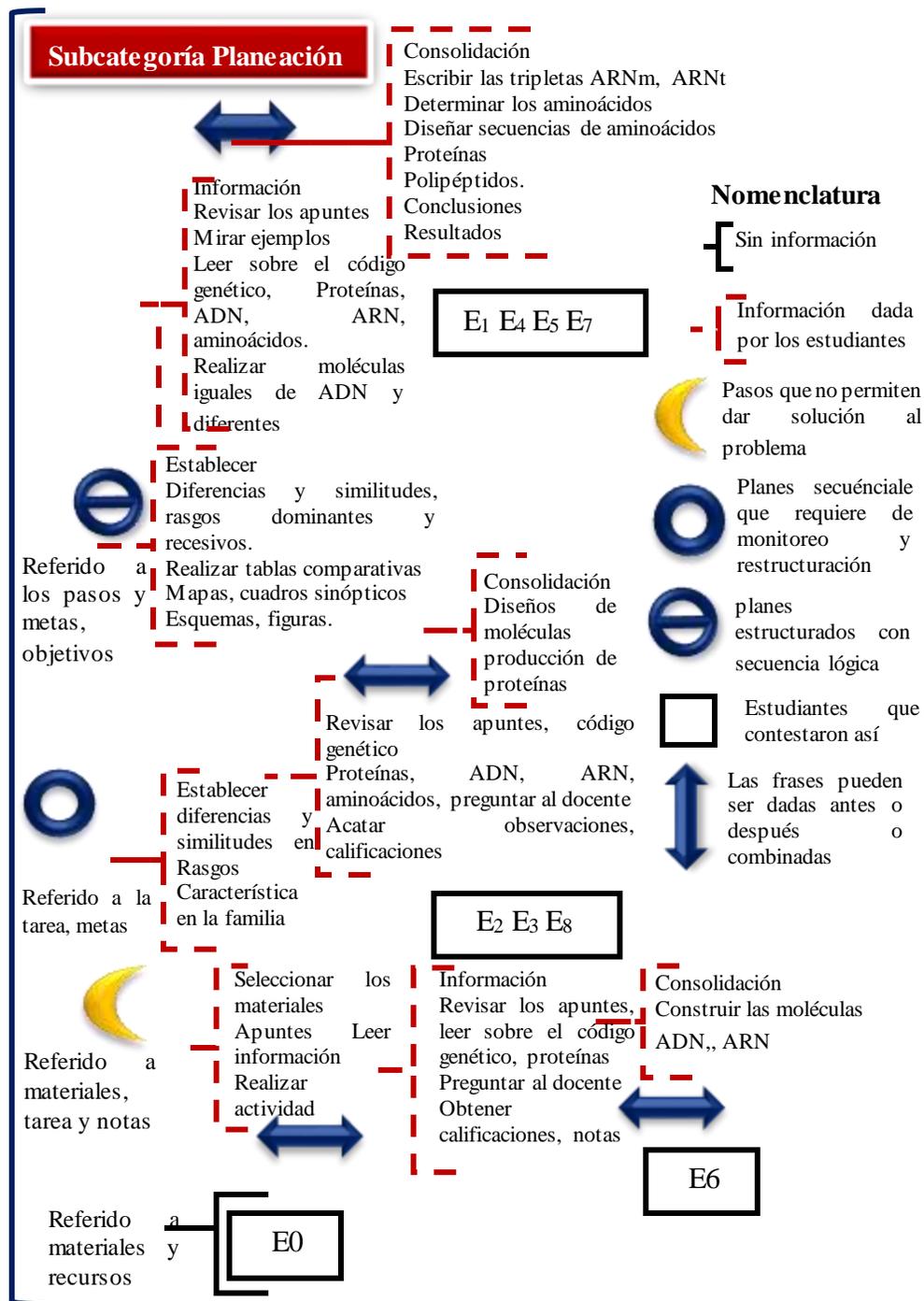
Las redes sistémicas permitieron cortejar los indicadores (ver tabla 7 capítulo metodología) con las frases expuestas por ellos y ubicarlos de acuerdo a los criterios establecidos para cada nivel de desempeño (figuras 7 y 8). La información arrojada por cada subcategoría se organizó en matrices (tabla 15,16 y 17) a partir de estas se obtuvo el análisis de la regulación metacognitiva (tabla 18), esta información se comparó con la obtenida antes de la intervención y se realizó la triangulación de la información.

6.6.1 Análisis Resultados Planeación, Después de la Intervención Didáctica.

La siguiente red sistémica se construyó a partir de las respuestas dadas por los estudiantes en la actividad 5 momento 3 de la unidad didáctica, en la cual se le formulan los interrogantes: ¿Qué información consideras que es necesaria para dar solución a la situación planteada? Y escribe paso a paso ¿cómo resolverás este problema?. Para la comprensión de la red sistémica se recomienda leer inicialmente la nomenclatura ubicada

en la parte derecha, en la cual se detalla el significado de cada estructura o figura; en los textos siguientes a la red se da a conocer el análisis.

Figura 19. Red Sistémica Planeación Después de la Intervención



En general, en la red sistémica se evidencia una serie de pasos secuenciales que permiten dar respuestas a los interrogantes, en ellas se aprecian frases concretas para llevarlos a feliz término, desaparecieron aquellas que exclusivamente se referían a materiales o recursos e información sin una secuencia lógica presentes en la red sistémica antes de la intervención (figura 14); si bien el estudiante E₆ presenta una propuesta desordenada de lo que va a realizar y su estrategia tal como está diseñada no le garantiza el éxito de la misma, si propone a grosso modo una alternativa para su realización; Los estudiantes E₂ E₃ y E₈, realizan la propuesta de un plan para la consecución de la tarea y posiblemente puedan alcanzar las metas, sin embargo la secuencias de pasos puede o no seguir un orden lógico de lo que se intuye que requieren de ajustes; los estudiantes E₁ E₄ E₅ E₇ y E₉ parten de esquemas concretos (graficas, mapas, cuadros sinópticos) que pueden estar al inicio o parte intermedia, pero cuya estrategia se orientan al alcance de las metas y objetivos e incluso algunos adjuntan una síntesis o conclusión.

La información de la red sistémica de planeación descrita, se cortejó con los indicadores establecidos (Ver tabla 7. sesión metodología) y los criterios establecidos para los niveles de desempeño para la subcategoría (ver figuras 7) lo cual permitió determinar el nivel de cada estudiante, los cuales se extractan en la tabla 15.

Tabla 15. Porcentajes y Niveles de Desempeño Planeación Después de la Intervención.

Ubicación de los Estudiantes Nivel de Desempeño Planeación Después de la Intervención		
Nivel de desempeño	Estudiantes	Porcentajes
Bajo	0	0%
Básico	1 E ₆	11,11%
Alto	3 (E ₂ E ₃ , E ₈)	33,33%
Superior	5 (E ₁ E ₄ E ₅ E ₇ E ₉)	55,55%

Los 9 estudiantes del estudio constituyen el 100%

De acuerdo con Brown (1987); Buitrago y García (2012) y Cadavid (2014) los cuales exponen que la planeación es un proceso que se realiza antes de resolver una tarea e implica la selección de estrategias apropiadas, la identificación de factores que afectan el rendimiento, las estrategias de secuenciación y la distribución del tiempo; se puede afirmar que la información recolectada da cuenta que el 100% de los estudiantes después de la intervención didáctica propone cierto tipo de plan o estrategia para la consecución de la actividad, aunque el 11% de ellos realizaron planes que no les permitían la consecución de la tarea; el 33,33% propusieron planes enfocados a la tarea y metas a los cuales se les debía realizar reestructuraciones para poder llevar la actividad a feliz término y el 55,55% de los estudiantes elaboraron planes basados en diseños con estrategias claras para la realización de la tarea, alcances de metas, objetivos y conclusiones del aprendizaje alcanzado. Evidenciándose con ello la apropiación de la subcategoría.

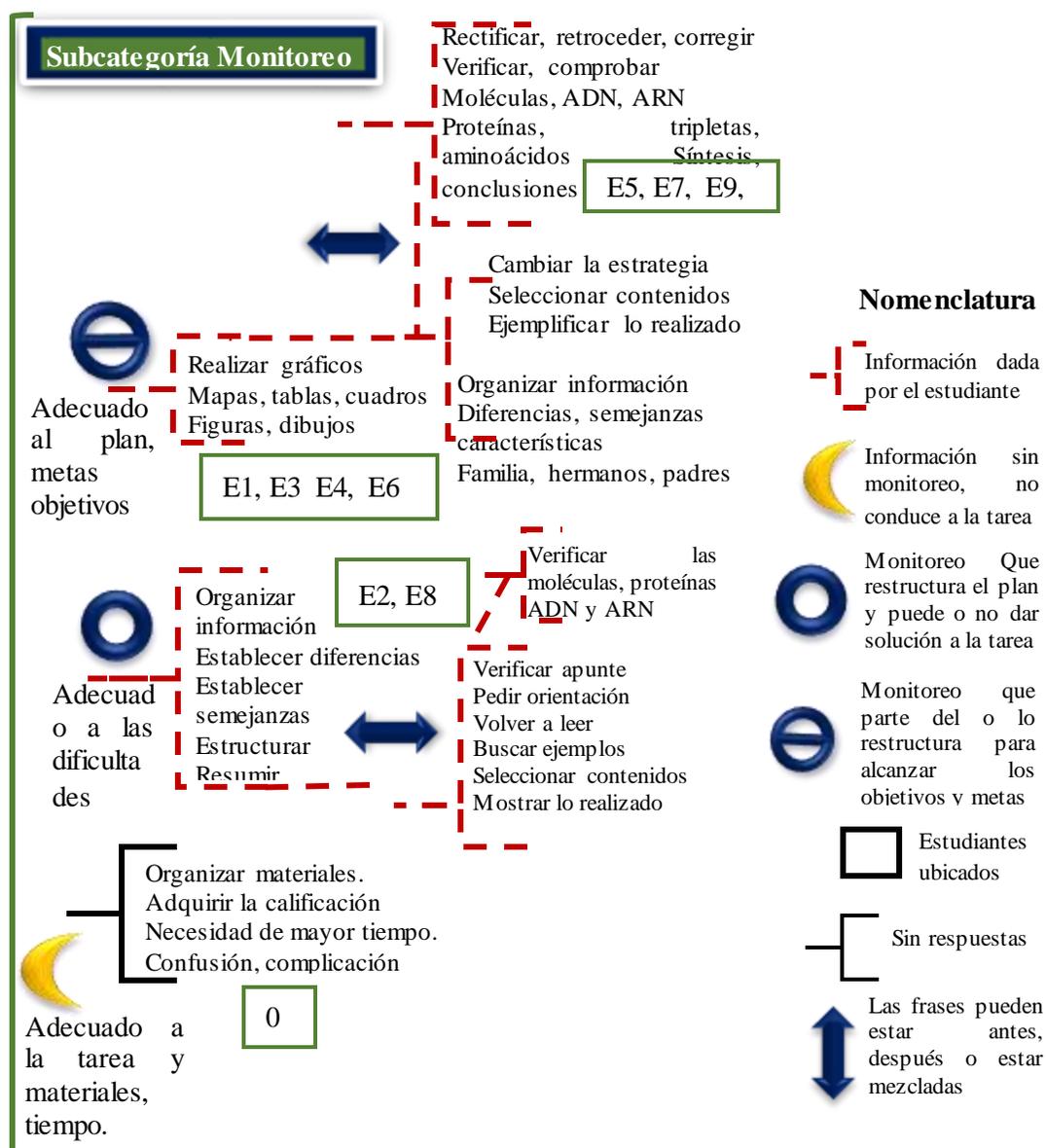
Los resultados encontrados de cierta forma concuerdan con los obtenidos Vargas y Burbano (2014), al aplicar una didáctica no parametral, a través del desarrollo de habilidades de la regulación metacognitiva, encuentra una alta significancia de respuesta hacia la planeación en un 69,5%; las expresiones dadas por los estudiantes confirman tener después de la intervención didáctica cierta relevancia hacia la planeación. El estudiante E1, a las preguntas ¿Qué información consideras que es necesaria para dar solución a la situación planteada? Y escribe paso a paso ¿cómo resolverás este problema.? Da respuesta como estas. “Establecer diferencias y similitudes en Rasgos de las familias, analizar qué información necesito para solucionar la tarea” esto evidencia planeación para resolver la actividad.

6.6.2 Análisis Resultados Monitoreo, Después de la Intervención Didáctica.

La siguiente red sistémica, se construyó en su mayoría a partir de las respuestas dadas por los estudiantes en la actividad 5 momento 3 de la unidad didáctica, en la cual se formulan los interrogantes: ¿Cuáles crees que puedan ser las dificultades que te impide dar solución a la situación planteada? ¿Cómo crees que podrías mejorar o superar esas dificultades? explica. Para la comprensión de la red sistémica se recomienda leer

inicialmente la nomenclatura ubicada en la parte derecha, en la cual se detalla el significado de cada estructura; en los textos siguientes a la red se da a conocer el análisis.

Figura 20. . Red Sistémica Monitoreo Después de la Intervención.



Con relación a la red descrita antes de la intervención (figura 15) desaparecen las frases que hacían referencia exclusiva a la nota, materiales y tiempo, se enriquecen las que tienen hacia la organización, estructura, diferencias, semejanzas, extractar tabular y las

dificultades se orientan a buscar alternativas tales como: verificar los apuntes, mirar ejemplos, revisar ejercicios, leer la información, constatar lo organizado, consultar lo realizado con el docente, verificar lo planeado, volver a empezar; con relación a los objetivos y metas se evidencian aspectos de construcción, verificación, rectificación, en términos generales los estudiantes realizan procesos de monitoreo. En las respuestas de los estudiantes E₂ y E₈ se aprecia una reestructuración del plan, pero este puede o no conducir a la solución; los estudiantes E₁, E₄ y E₆, el monitoreo descrito reconstruye o reestructura el plan y lo enfoca a conseguir los objetivos y los estudiantes E₅, E₇ y E₉, su monitoreo parte del plan realizado, pero realizan rectificaciones a las metas y objetivos que se deben alcanzar.

La información de la red sistémica de monitoreo descrita, se cortejó con los indicadores establecidos (Ver tabla 7.cap metodología) y los criterios para los niveles de desempeño para la subcategoría (ver figuras 7) lo cual permitió determinar el nivel de cada estudiante en la subcategoría, los cuales se extractan en la tabla 16.

Tabla 16. Porcentajes y Niveles de Desempeño Monitoreo Después de la Intervención.

Ubicación de los Estudiantes Nivel de Desempeño Monitoreo Después de la Intervención			
Nivel de desempeño		Estudiantes	Porcentajes
Bajo	0		0%
Básico	2	E ₂ E ₈	22,22%
Alto	4	(E ₁ , E ₃ E ₄ , E ₆)	44,44%
Superior	3	(E ₅ E ₇ E ₉)	33,33%

Los 9 estudiantes del estudio constituyen el 100%

En la tabla 16 se puede apreciar que después de la intervención didáctica el 100% de los estudiantes realiza monitoreo, bien sea que se devuelva sobre lo planeado, construya o reestructure el plan elaborado. El 22,22% de los estudiantes son conscientes que el plan diseñado no les permite realizar la actividad correctamente y se ven en la necesidad de realizar un monitoreo que rediseñe el plan; esto concuerda con los planteado por Hurtado

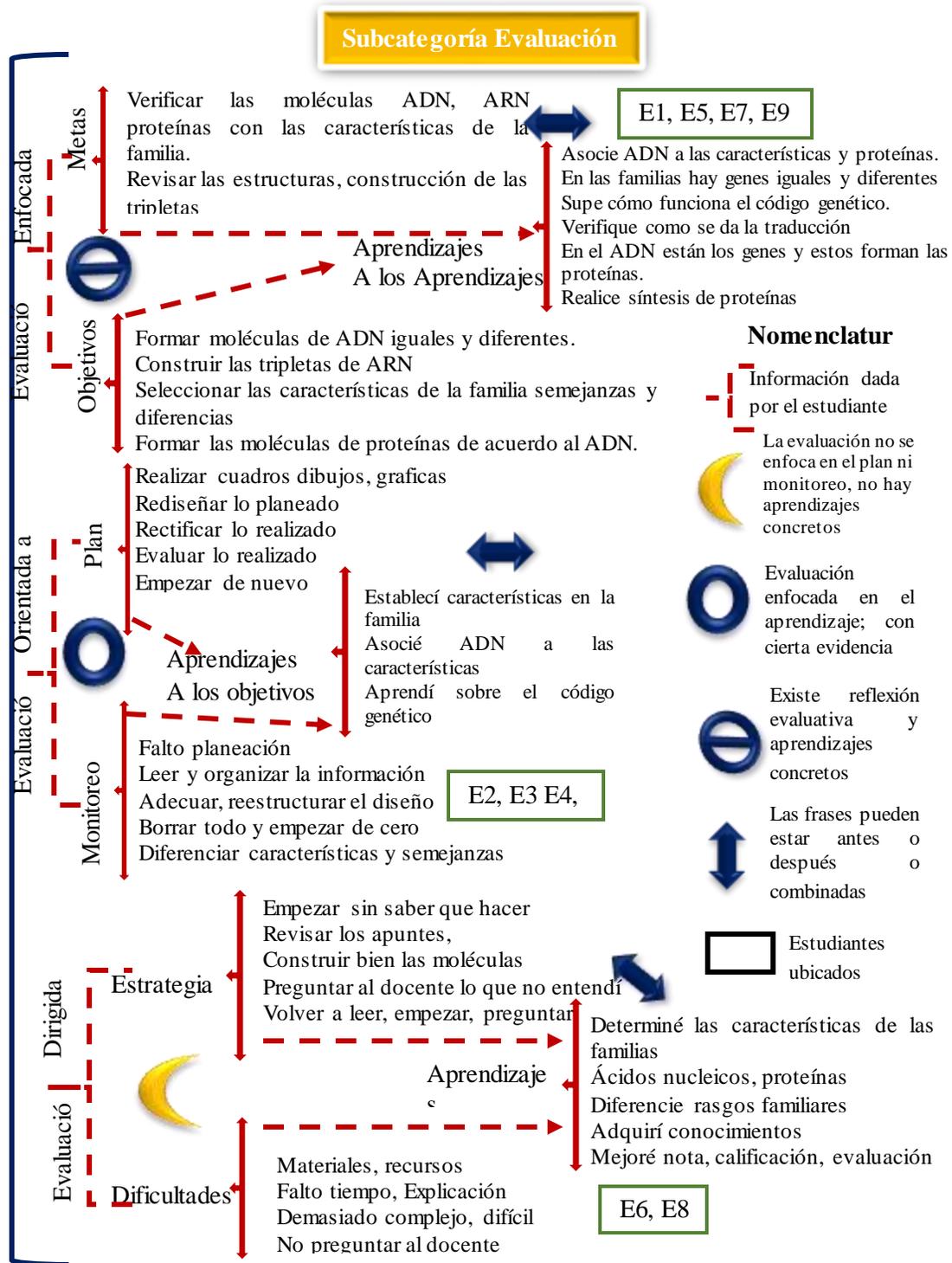
(2019); Marti (1995) y Olaya (2017), cuando afirman que las acciones de monitoreo llevan al estudiante a modificar y buscar estrategias alternativas en el caso de que las seleccionadas anteriormente no sean eficaces. El 44,44% de los estudiantes en su monitoreo le realizan ajustes al plan elaborado y el 33,33% en el monitoreo parte del plan propuesto, son conscientes de la efectividad de este en la realización de la tarea y el monitoreo lo enfocan a la verificación del alcance de los objetivos.

Para Tamayo (2006) el monitoreo hace referencia a la posibilidad que se tiene, en el momento de realizar la tarea, de comprender y modificar su ejecución, en este sentido todos los estudiantes analizados realizan monitoreo a la actividad; Sin embargo en la red sistémica (figura 20) se aprecia que los monitoreos de los estudiantes E2, E8, se enfocan a organizar, ejemplificar, a pedir explicación y los establecidos por los estudiantes, E5, E7 y E9 se orientan a rectificar o corregir lo realizado de la tarea, de lo cual se infiere que los estudiantes que parten de planes diseñados, secuenciados tienen mayores posibilidades de llevar a feliz término la actividad y obliga a incentivar la adecuación de planes desde el inicio de la actividad.

6.6.3 Análisis Resultados Evaluación, Después de la Intervención Didáctica.

La siguiente red sistémica, se construyó en su mayoría a partir de las respuestas dadas por los estudiantes en la actividad 5 momento 3 de la unidad didáctica, en la cual se formulan los interrogantes: ¿Crees que la actividad que desarrollaste tiene sentido? ¿Tienes una comprensión clara de lo que hiciste y por qué lo hiciste? Explica. ¿Consideras que has alcanzado los objetivos propuestos en la actividad? ¿Qué te funcionó bien? ¿Qué no funcionó? ¿Harías las cosas de manera diferente la próxima vez? Explica. Para la comprensión de la red sistémica 21, se recomienda leer inicialmente la nomenclatura ubicada en la parte derecha, en la cual se detalla el significado de cada estructura, dando a conocer si las frases manifestadas por los estudiantes están cruzadas con otras, hacia donde está enfocada la evaluación. En los textos siguientes a la red se da a conocer el análisis.

Figura 21. Red sistémica Evaluación Después de la Intervención.



En la red sistémica construida antes de la intervención (figura 16) y en la diseñada después de la intervención (figura 21), se logra apreciar que los estudiantes realizan procesos evaluativos; sin embargo, en esta red todos manifiestan tendencias a dar a conocer aprendizajes alcanzados, lo cual no se apreciaba en la anterior, en donde algunas respuestas estaban exclusivamente dirigidas a los materiales, recursos, tiempo o valoración. Los estudiantes E6 y E8, enfocan su evaluación hacia las dificultades y estrategias, asociándola al factor tiempo, lo compleja de la actividad y reconocen la importancia del diseño de un plan para llevarla a feliz término; aunque describen ciertos aprendizajes relacionados con la actividad en estos no se evidencia el alcance de todos los objetivos propuestos, lo cual concuerda con la estipulado por Pulmones (2007, p.174, citado en Cadavid 2014) al señalar que: “un factor que podría afectar la demostración de los comportamientos metacognitivos de los estudiantes era el tiempo asignado en la realización de las tareas”.

Los estudiantes E2, E3 y E4, realizan evaluaciones orientadas al plan y al monitoreo, sus frases están en caminadas a realizar, rectificar, empezar y son conscientes que a la estrategia diseñada le faltó organización, adecuación y de las falencias de ellos en los procesos explicativos asociados a la atención y toma de apuntes esto hace alusión a lo expuesto por Schraw & Moshman (1995) en sus estudios al indicar que el conocimiento metacognitivo y las habilidades regulatorias como la planificación están relacionadas con la evaluación; en las frases manifestadas por estos estudiantes se denota el alcance de aprendizajes concretos.

Las expresiones de los estudiantes E1, E5, E7 y E9, demuestran que llevaron a cabo un plan bien estructurado, las frases se asocian a los puntos finales de la actividad existiendo reflexiones evaluativas y aprendizajes que dan cuenta del alcance de metas y objetivos; el estudiante E5 expresa “*Verifiqué las moléculas ADN, ARN proteínas con las características de la familia; supe cómo funciona el código genético*” estos procesos evaluativos están enfocados al aprendizaje. La información de la red sistémica evaluación, se cortejó con los indicadores establecidos (Ver tabla 7.cap metodología) y los criterios para los niveles de desempeño para la subcategoría (ver figuras 8) lo cual permitió

determinar el nivel de cada estudiante en la subcategoría, los cuales se presentan en la tabla 17

Tabla 17. Porcentajes y Niveles de Desempeño Evaluación Después de la Intervención.

Ubicación de los Estudiantes Nivel de Desempeño Evaluación Después de la Intervención		
Nivel de desempeño	Estudiantes	Porcentajes
Bajo	0	0%
Básico	2 E ₆ , E ₈	22,22%
Alto	(E ₂ , E ₃ E ₄ ,)	33,33%
Superior	(E ₁ , E ₅ E ₇ E ₉)	44,44%

Los 9 estudiantes del estudio constituyen el 100%

En la tabla 17 se puede apreciar que después de la intervención didáctica el 100% de los estudiantes realiza evaluación de sus procesos enfocado a los aprendizajes y son conscientes del diseño de un plan o estrategia; el 77,77% de los estudiantes realiza una evaluación enfocada al monitoreo, a la rectificación del plan y presentan evidencias claras de los objetivos y metas alcanzadas; esto es a lo que Valenzuela (2019) denomina predicciones de rendimiento o desempeño (POP), citando a (Ozuru, Kurby y Mcnamara, 2012), para manifestar que es una estrategia de metacompreensión, en donde se supervisa la comprensión tomando en cuenta lo bien que se debería realizar la tarea; lo cual concuerda con las expresiones de los estudiantes E1 y E7, en la red sistémica (figura 21) *Verificar la construcción de las moléculas de ADN, ARN y proteínas que concuerden con las características de la familia. Revisar las estructuras y construcción de las tripletas que codifican los aminoácidos de las proteínas.* Estas frases están encaminadas a mejorar los procesos finales de la actividad.

6.7 ANÁLISIS REGULACIÓN METACOGNITIVA DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN DIDÁCTICA.

Para realizar el análisis se agruparon en la matriz (tabla 18) los porcentajes y niveles de desempeño obtenidos en cada subcategoría por los estudiantes; en dicha tabla se muestran los estudiantes que se ubican en cada nivel de desempeño; pero cada estudiante se analizó

teniendo en cuenta el nivel de desempeño alcanzado en cada una de las subcategorías de la regulación metacognitiva.

Tabla 18. Análisis Regulación Metacognitiva Después de la Intervención Didáctica.

Regulación Metacognitiva						
Niveles de desempeño	Planeación		Monitoreo		Evaluación	
Bajo		0%		0%		0%
Básico	E ₆	11,11%	E ₂ E ₈	22,22%	E ₆ , E ₈	22,22%
Alto	(E ₂ E ₃ , E ₈)	33,33%	(E ₁ , E ₃ E ₄ , E ₆)	44,44%	(E ₂ , E ₃ E ₄ ,)	33,33%
Superior	(E ₁ E ₄ E ₅ E ₇ E ₉)	55,55%	(E ₅ E ₇ E ₉)	33,33%	(E ₁ , E ₅ E ₇ E ₉)	44,44%

Los 9 estudiantes del estudio constituyen el 100%

En los datos se aprecia que el 100% de los estudiantes, realizan procesos de regulación metacognitiva, a diferencia de los resultados encontrados antes de la intervención (Tabla 12) en donde los mayores porcentajes se encontraban en cada subcategoría en el nivel bajo; en estos se evidencia un aumento significativo hacia los niveles de desempeños superiores, lo cual confirma lo positivo de la estrategia y concuerda con lo manifestado por Valenzuela (2019, p.3) las investigaciones realizadas sobre metacognición “confirman que las personas que exhiben niveles más altos de conocimiento y regulación metacognitiva tienden a desarrollar un aprendizaje más exitoso”

6.8 RELACIÓN ENTRE LOS MODELOS Y LA ESTRATEGIA DE LA REGULACIÓN METACOGNITIVA

A demás de caracterizar los modelos explicativos iniciales y finales; el proyecto en estudio, debe dar cuenta de las relaciones existentes entre la regulación metacognitiva y el aprendizaje de los caracteres hereditarios en los estudiantes del grado noveno, a partir de la intervención de la unidad didáctica; para efectuar dicho cometido se integraron en la (tabla 19) los niveles de desempeño y modelos explicativos obtenidos por cada estudiante antes y después de la intervención y se realizaron los análisis respectivos.

Tabla 19. Relación Modelos Explicativos y Regulación Metacognitiva

Estudiante	Planeación		Monitoreo		Evaluación		Modelos Explicativos	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
E1	Bajo	superior	Bajo	Alto	Bajo	superior	Religioso	H. Mendeliana
E2	Bajo	Alto	Bajo	Básico	Bajo	Alto	C. Adquiridos	H. Mendeliana
E3*	Bajo	Alto	Básico	Alto	Básico	Alto	Religioso	Religioso
E4	Bajo	superior	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Religioso	H. Mendeliana
E5	Bajo	superior	Bajo	superior	Bajo	superior	C. Adquiridos	H. Mendeliana
E6*	Bajo	Básico	Bajo	Alto	Bajo	Básico	Pangenésis	C. Adquiridos
E7	Bajo	superior	Bajo	superior	Alto	superior	C. Adquiridos	H Biológica
E8	Bajo	Alto	Bajo	Básico	Bajo	Básico	Pangenésis	H. Mendeliana
E9	Básico	superior	Básico	superior	Básico	superior	H. Mendeliana	H Biológica

Los estudiantes marcados con el * no llegaron a los modelos más científicos (H mendeliana y Biológica).

La tabla permite establecer las relaciones existentes entre la regulación metacognitiva y el cambio de modelo explicativo haciéndose fácil su interpretación de manera horizontal por estudiante; en ellas se logra apreciar que después de la intervención ninguno de los estudiantes se ubica en el nivel bajo en las subcategorías de la regulación y pasaron en su mayoría a un modelo explicativo más científico; lo que confirma lo expresado por Brown (1987) al afirmar que la regulación metacognitiva permite a partir de la planeación, monitoreo y evaluación de las tareas superar los obstáculos en el aprendizaje y con Tamayo (2014), cuando expone que los estudios sobre los modelos conceptuales y explicativos están encaminados a comprender e identificar los obstáculos en el aprendizaje de los estudiantes para adecuar la enseñanza. En el estudio se comprueba que mediante la estrategia de la regulación metacognitiva los estudiantes pueden cambiar los modelos explicativos acerca de la herencia a uno más científico.

En los resultados merece especial atención el estudiante E3, el cual mostró avances significativos en la regulación metacognitiva pasando de los niveles bajos antes de la intervención a altos después de esta; pero permaneció en el modelo religioso. Si bien esto

concuera con el estudio de Palacín (2015) la cual detectó obstáculos en el aprendizaje al iniciar la temática de la herencia, los cuales prevalecieron después de haber abordado el tema y alude que son debidos a las creencias religiosas de los estudiantes y partiendo de los aportes de Concari (2001) la cual expresa que la actividad de los científicos, no consiste en la eliminación de mentiras o en el descubrimiento de la verdad sino en la construcción de modelos que se ajustan mejor al mundo que explican los hechos y fenómeno.

Con relación a los resultados mostrados por el estudiante E3, se deben tener presentes las contribuciones de Concari (2001) y las propuestas por Martí (1995) de enfocar la metacognición desde una estrategia constructivista que propicien la estimulación de mecanismos autorreguladores, el desarrollo cognitivo y la gestión eficaz de nuevos aprendizajes en los estudiantes. Sin embargo el hecho de encontrar en el estudiante E3 expresiones enriquecidas de conceptos científicos tal como la manifestada en la red sistémica (figura 17) *“Las características fenotípicas y la transmisión de ellas están en los genes, en estas influye el ambiente, por eso toda la familia es india; pero el lugar donde nacemos no lo escogemos nosotros;* se demuestra que a pesar de no cambiar su modelo explicativo religioso, con la intervención didáctica se volvió más metacognitivo y se apropió de conceptos científicos.

Los estudiantes E1 y E4 pasaron de niveles bajos en las subcategorías de la regulación metacognitiva a superiores después de la intervención y cambiaron del modelo explicativo religioso al de la herencia mendeliana; en iguales condiciones se aprecia el estudiante E7, el cual paso de niveles bajos a superiores y del modelo caracteres adquiridos paso al de la herencia biológica, con esto se comprueba que las estrategias de la regulación metacognitiva permite la apropiación de conceptos científicos y transforman las preconcepciones erróneas, lo cual concuerda con Campanario, Cuerva, Librero y Otero (1998) quienes encontraron que los procesos metacognitivos le permiten al estudiante desarrollar la capacidad de identificar sus ideas erróneas y logran comprender que el aprendizaje es un proceso de construcción personal, autorregulado donde él es quien debe

enfrentar con responsabilidad la ejecución y control de sus tareas y formularse nuevas metas de aprendizaje.

El estudiante E9, desde el comienzo mostró niveles básicos hacia la regulación metacognitiva y se ubicó antes de la intervención en el modelo de la herencia mendeliana, al respecto Olaya (2017) encontró que los estudiantes poseen habilidades de regulación metacognitiva innatas, pues en su vida siempre deben planear, monitorear y evaluar la forma en que abordan un problema, pero no son conscientes de ello. Sin embargo, después de la intervención adquiere niveles superiores metacognitivos y se ubica en el modelo de la herencia biológica el más científico en el estudio. Lo cual ratifica lo expresado por Tamayo et al. (2017) al afirmar que los estudiantes que conocen de manera detallada sus procesos de pensamiento y de acción hacia el aprendizaje, están en capacidades de monitorear y evaluar su desempeño de manera eficaz.

De lo cual se infiere que el estudiante E9 parte desde el comienzo de la actividad con diseños de planes bien estructurados, con pasos secuenciales en caminados a la consecución de objetivos y metas de aprendizaje y les realiza procesos de monitoreo y evaluación en términos de eficacia a la estrategia. Esto se puede corroborar en la frase expuesta en la red sistémica (figura 21) *“Verificar que las moléculas ADN, ARN construidas permitan la producción de proteínas iguales y diferentes para las características de la familia”* En la frase se denota la culminación de la tarea, pero le está haciendo rectificación a la misma constituyendo un ejemplo de aprendizaje auto regulado.

El análisis de los resultados confirma que los estudiantes se volvieron más metacognitivos y el 88,89% cambiaron el modelo explicativo que tenían acerca de la herencia a uno más científico; por lo cual se demuestran que existe una relación directamente proporcional en entre las estrategias de la regulación metacognitiva y el cambio de modelo explicativo según la herencia.

7 CONCLUSIONES.

El proceso investigativo llevado a cabo y los resultados obtenidos permiten construir las siguientes conclusiones con respecto a la pregunta de investigación: ¿Cuál es el posible aporte de caracterizar las relaciones entre la regulación metacognitiva y el aprendizaje de los caracteres hereditarios?

Los modelos explicativos iniciales de los estudiantes sobre los caracteres hereditarios eran el religioso, 33%, preformista 22,22%, caracteres adquiridos con un 33,33% y el mendeliano con un 11,11%; después de la intervención quedaron de la siguiente forma: religioso 11,11%, caracteres adquiridos 11,11% Mendeliano con 55,55% y el Biológico con un 22,22%. Los estudiantes avanzaron hacia los modelos más científicos.

El estudio permitió identificar que antes de la intervención didáctica más del 88% de los estudiantes se encontraban en los niveles bajos de la regulación metacognitiva y con la puesta en marcha de la estrategia más del 77% de los estudiantes se ubicaron en los niveles de desempeño alto y superior; las frases dadas por ellos y los resultados de las actividades corroboran que los estudiantes adquirieron habilidades para planear, monitorear y evaluar la realización de la tarea, es decir se volvieron más metacognitivos.

La estrategia utilizada en la intervención didáctica la regulación metacognitiva, permite generar espacios que favorecen la toma de conciencia en los estudiantes, el conocimiento de sí mismos como aprendices y autorregular sus propios procesos de aprendizaje, al planear, monitorear y evaluar la realización de la tarea; por ello es necesario conocer las ideas previas, las preconcepciones que presentan los estudiantes acerca de la herencia, ya que a partir de ellas se logran identificar los modelos explicativos y los obstáculos que presentan; permitiendo planear actividades para el desarrollo de procesos de enseñanza-aprendizajes mejor orientados y que los estudiantes adquieran aprendizajes profundos.

Al constatar los resultados obtenidos antes de la intervención didáctica y después de esta, se deduce que existe una relación directamente proporcional entre el cambio del

modelo explicativo acerca de la herencia y la estrategia de la regulación metacognitiva; los resultados demuestran que los 9 estudiantes analizados se volvieron más metacognitivos y siete de ellos pasaron a modelos explicativos más científicos; los estudiantes acompañan sus expresiones con un lenguaje enriquecido científicamente con conceptos propio de la herencia mendeliana o biológica.

La estrategia permitió identificar los niveles de desempeño de la regulación metacognitiva que poseían los estudiantes antes y después de la intervención, los cuales están directamente relacionados con los modelos explicativos acerca de la herencia; corroborando que la implementación de actividades relacionadas con el desarrollo de la regulación metacognitiva contribuyen de manera positiva al cambio en los modelos explicativos, puesto que los estudiantes después de la intervención didáctica demostraron en sus frases un mayor nivel de comprensión de los conceptos de la herencia.

8 RECOMENDACIONES

Incentivar en los docentes de ciencias naturales la aplicación de estrategias de regulación metacognitivas en los planes de estudio, con el fin de generar en los estudiantes aprendizajes autoregulados, que sean conscientes de los pasos, planes o estrategias que necesitan para llevar a feliz término las tareas y la calidad de aprendizajes obtenidos al dar solución a los problemas; en el estudio se confirma que la metacognición contribuye a potencializar la enseñanza de las ciencias y con ella se mejoran los aprendizajes. (Brown, 1987; Martí, 1995; Tamayo, 2014; Tamayo, Zona y Loaiza, 2017)

Propiciar en los compañeros de trabajo, la caracterización de modelos explicativos en los estudiantes, con el fin de determinar sus preconcepciones, el reconocimiento de características particulares, el contexto de aula, las motivaciones, el interés y cómo han aprendido la ciencia que se les enseña; a partir de estos, adecuar las estrategias que permitan ubicarlos en los modelos explicativos más argumentativos o científicos.

Para evaluar la efectividad de la estrategia es recomendable realizar estudios en dos grupos diferentes, uno en donde se indaguen los modelos explicativos acerca de la herencia, se aborde la temática de cómo se transmiten las características mediante la puesta en marcha de unidades didácticas con actividades metacognitivas (regulación metacognitiva) y el otro sin esta intervención. De esta forma se detectaría la diferencia existente entre las relaciones de la regulación metacognitivas y el cambio de modelo explicativo.

Para la elaboración de las unidades didácticas se debe partir de las ideas previas, de las preconcepciones o modelos explicativos de los estudiantes, acompañada del contexto de aula, de las motivaciones; con el fin de identificar los obstáculos que impiden el aprendizaje y poder plantear actividades metacognitivas con transposiciones didácticas que contribuyan a la enseñanza-aprendizaje de los conceptos de la ciencia.

Se debe propiciar el desarrollo de investigaciones que permitan establecer las diferentes relaciones entre la regulación metacognitiva y el cambio en los modelos explicativos en los

temas de ciencias naturales; de tal manera que se favorezca el diseño de instrumentos de investigación confiables, llevando a resultados que corroboren o no los hallazgos, y enriquezca el cuerpo teórico en los temas del área.

Se recomienda realizar la intervención didáctica al inicio o mediados del año escolar, puesto que a finales se corre el riesgo de ver truncado el proceso por actividades extra curriculares programadas por la institución y recesos estudiantiles por paros sindicales; ocasionando dificultades para tabular la información u obligando a reiniciarla el siguiente año, con la agravante de no tener la misma carga académica. Las actividades de la unidad didáctica deben ser dosificadas, es decir primero debe entregarse el cuerpo teórico de la actividad, motivar a los estudiantes a construir los planes, pasos o estrategias para su realización; después de haber dado inicio a estos, suminístrale las preguntas que le propicien el monitoreo y cuando haya finalizado la actividad entregar los interrogantes de evaluación.

El análisis de los resultados muestra que el 11,11% de los estudiantes permanecieron en el modelo religioso y que existen frases concernientes hacia este después de aplicada la intervención didáctica; por lo cual, se sugiere realizar investigaciones que indaguen de qué manera las estrategias de la regulación metacognitiva pueden contribuir a eliminar los obstáculos epistemológicos asociados al modelo religioso. De igual forma se recomienda realizar investigaciones entre la regulación metacognitiva y los hábitos de estudio de los estudiantes.

9 REFERENCIAS

- Amaya, D. G. y Pulido, G.M. (2017). Desarrollo de la Competencia Argumentativa Cuando se Trabajan Situaciones Problema Contextuales en el Campo de las Leyes de Mendel. (Tesis Maestría). Universidad Autónoma de Manizales Facultad de Estudios Sociales y Empresariales Maestría en Enseñanza de las Ciencias Manizales. Recuperado el 8 de marzo de:
http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/bitstream/11182/358/1/Desa_compe_argum_traba_situa_proble_contex_campo_leyes_Mendel.pdf
- Bahos, O. C. (2018). Incidencia de los Procesos Argumentativos Sobre la Movilización en los Modelos Explicativos de los Estudiantes del Grado Octavo de la Institución Educativa rural Cauca en Relación al Concepto Genética y Herencia. (Tesis de Maestría). Universidad autónoma de Manizales facultad de estudios sociales y empresariales maestría en enseñanza de las ciencias Manizale, Colombia. Recuperado de:
<http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/bitstream/11182/540/1/Incidencia%20de%20los%20procesos%20argumentativos.pdf>
- Baquero, R. Limón M.L. (2011). Introducción a la Psicología del aprendizaje escolar. Cuadernos Universitarios Universidad nacional de Quilmes. Buenos Aires Argentina.
- Benítez, M.F. (2013). La enseñanza de la Genética en el grado noveno de básica secundaria: una propuesta didáctica a la luz del constructivismo.(Tesis Maestría) Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín Facultad de Ciencias Recuperado de:
<http://bdigital.unal.edu.co/9522/1/78026528.2013.pdf>
- Beas, J. Santa Cruz, J. Thomsen, P y Utreas, S. (2001): Enseñar a Pensar Para Aprender Mejor. Santiago: Ediciones Pontificia Universidad Católica de Chile. Recuperado el 11 de junio de
<http://www.lecturasinegoismo.com/2017/09/ensenar-pensar-para-aprender-mejor.html>

- Barrero, P.A. (2014). Enseñanza aprendizaje del concepto de herencia en estudiantes de básica secundaria urbana. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Manizales, Colombia. Recuperado el 20 de junio de <http://bdigital.unal.edu.co/15147/1/8412002.2014.pdf>
- Blasco, J. E. Pérez, J. A. (2007). Metodologías de investigación en las ciencias de la actividad física y el deporte: ampliando horizontes. Editorial Club Universitario. España.
- Brown, A. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation and other more mysterious mechanisms. In: Weinert, F. E. and Kluwe, R., Metacognition, motivation and understanding. Lawrence Erlbaum Associates, publishers: London.
- Buitrago, S. M., & García, L. I. (2012). Procesos de regulación metacognitiva en la resolución de problemas matemáticos.
- Cadavid, A.V. (2014). Relaciones entre la metacognición y el pensamiento viso-espacial en el aprendizaje de la estereoquímica. (Tesis Maestría). Universidad Autónoma de Manizales, Colombia. Recuperado el 23 de febrero del 2019 de Repositorio Universidad Autónoma de Manizales. http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/bitstream/11182/186/1/Relaci%3%b3n_metacog_aprendi_vis-espacial_estereoqu%3%admica.pdf
- Campanario, J. M. Cuerva, J. Moya, A. y Otero, J. C. (1998). La metacognición y el aprendizaje de las ciencias. En: Banet, E.; Pro, A. de (Eds.). Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias. Murcia, 36-44.
- Campanario, J. M y Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias en: enseñanza de las ciencias. 18 (2), 155-169.

- Campanario, J.M (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: Estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. Enseñanza de las ciencias, 18 (3), pp. 369-380.
- Cisterna, C. F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. Revista Theoria, Vol. 14 (1): 61-71. Departamento de Ciencias de la Educación, Facultad de Educación y Humanidades. Universidad del Bío-Bío, Chillán. Chile. Recuperado el 20 de agosto de: <http://www.redalyc.org/pdf/299/29900107.pdf>
- Concari, S.B. (2001). Las teorías y modelos en la explicación científica: implicancias para la enseñanza de las ciencias. Ciência & Educação, volumen.7, n.1, p.85-94, recuperado mayo 7 de: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n1/06.pdf>
- Chamizo. J.A. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.7(1), pp. 26-41 Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 20 de agosto de <https://reuredc.uca.es/index.php/eureka/article/view/2626/2275>
- Deleón, P.Y. (2018). Identificación de los Niveles Argumentativos y sus Relaciones con los Modelos Explicativos que Presentan los Estudiantes del Grado Noveno en Torno al Concepto Mutaciones (Tesis maestría). Universidad Autónoma de Manizales Facultad de Estudios Sociales y Empresariales Maestría en Enseñanza de las Ciencias Manizales.
- Faas, H. y Salvatico, L (1998). Epistemología e Historia de la Ciencia. Selección de Trabajos de las VIII Jornadas Volumen 4. Área Lógico Epistemológico de la Escuela de Filosofía Centro de Investigaciones de la Facultad de Filosofía y Humanidades. Universidad Nacional de Córdoba. Recuperado el 9 de junio de https://plorenzano.files.wordpress.com/2013/01/lorenzano-acerca-del-e28098redescubrimiento_-de-mendel-por-hugo-de-vries-1998.pdf

- Flavell, J., (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *Contemporary Readings in Child Psychology*, 34(10), 906–911.
- Flavell, J.H., (1987). Speculation About Nature and Development of Metacognition. En Weinert, F. E.; Kluwe, R. H. *Metacognition, Motivation and Understanding*. Hillsdale, New Jersey.
- Fourés, C.I, (2011). Reflexión docente y Metacognición. una Mirada Sobre la Formación de Formadores. *Revista Zona próxima N|14*. Instituto de Estudios en Educación. Universidad del Norte. Recuperado de dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6398332.pdf
- Fullat. O. (1992). *Filosofías de la educación: Paideia*. Grupo Editorial ceac. Barcelona España.
- Garner, R. (1987). *Metacognition and Reading Comprehension*. Norwood, NJ: Ablex.
- Gastón, P.G. Gómez, G.A Gy González, G.L (2017). Enseñanza de la evolución: fundamentos para el diseño de una propuesta didáctica basada en la modelización y la metacognición sobre los obstáculos epistemológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15(2), Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Instituto de investigaciones CeFIEC. Buenos Aires. Argentina. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. Recuperado de: <https://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/20749/2102.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Giraldo, O.M. Fernández, A.J. y Belloch, A. (2019). Evaluación Metacognitiva en Psicopatología: El Cuestionario de Habilidades Metacognitivas (chm) *Revista Argentina de Clínica Psicológica*, Vol. XXVIII, N°1, 67-78. DOI: 10.24205/03276716.2019.1091
- Griffiths, A. J. y Elías, M. A. (2002). *Genética*. Tercera edición. Mc Graw Hill Interamericana. 847

- Hurtado, S.C (2019). Papel de la regulación metacognitiva para potenciar el aprendizaje de las funciones orgánicas y el mecanismo de reacción de adición electrofílica utilizando modelos geométricos tridimensionales con los estudiantes del grado undécimo de la Institución Educativa Miguel Antonio Caro, presidente, valle del cauca. (Tesis Maestría). Universidad autónoma de Manizales facultad de estudios sociales y empresariales. Maestría en Didácticas de las Ciencias.
- Huertas, B.A. Vesga, B.G. y Galiindo, L.M. (2014). Validación del instrumento “Inventario de Habilidades Metacognitivas” (MAI) con estudiantes colombianos. *Revista Praxis & Saber*, 5 (10): 55-74. Universidad Autónoma de Nariño Colombia. Recuperado el 20 de agosto de <http://www.scielo.org.co/pdf/prasa/v5n10/v5n10a04.pdf>
- Íñiguez, P.F y Puigcerver, O. M. (2013). Una propuesta Didáctica para la Enseñanza de la Genética en la Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 10(3) pp. 307-327. Recuperado el 27 de mayo de : <https://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/15441>
- Kapa, E. (2002). A metacognitive support during the process of problem solving in a computerized environment. *Educational Studies in Mathematics* , 317-336.
- Lazo, S.S. Ruiz, P.M y Marbán , P. J. titulado “Impacto de un programa de intervención metacognitivo sobre la Conciencia Ambiental de docentes de Primaria en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16 (2), 2501. Universidad de Cádiz. Unión Europea. Recuperado de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/4639/5414>
- Marzano. R.J., y Pickering, D.J., (2005). *Dimensiones del Aprendizaje. Manual para el Maestro.* Editorial Iteso. Segunda Edición. Recuperado en abril 10 de http://biblioteca.ucv.cl/site/colecciones/manuales_u/Dimensiones%20de%20aprendizaje.%20Manual%20de%20maestro.pdf

- Martínez, A. Carzón, L. y Aristizabal, A. (2014). Aportes Didácticos a la Enseñanza de la Genética. Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED. Número Extraordinario. ISSN Impreso: 0121-3814, ISSN web: 2323-0126 Memorias, Sexto Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias. Bogotá Colombia. Recuperado el 30 de mayo de <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/3187>
- Martí, E. (1995). Metacognición: Entre la fascinación y el desencanto. Infancia y Aprendizaje. Universitat de Barcelona. Facultat de Psicologia. Departamento de Psicologia Evolutiva. Recuperado el 15 de julio de: <https://docplayer.es/85996-Metacognicion-entre-la-fascinacion-y-el-desencanto.html>
- Monje, A.C. (2011). Metodología de la investigación Cuantitativa y Cualitativa. Guía didáctica Universidad Surcolombiana Facultad de Ciencias Sociales y Humanas Programa de Comunicación Social y Periodismo. Neiva Colombia. Recuperado de <https://docplayer.es/5682016-Metodologia-de-la-investigacion-cuantitativa-y-cualitativa-guia-didactica-carlos-arturo-monje-alvarez.html>
- Nickerson, R. Perkins, D. y Smith, E. (1994). Enseñar a pensar: aspectos de la actitud intelectual. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Noguera, S.R y Ruiz, G.R. (2005). Pangénesis y Vitalismo Científico. Revisata Asclepio-Vol. LVII-1. Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, UNAM, 04510 México, D.F. México. Secretaria de Desarrollo Institucional, UNAM, 04510 México, D.F. México. Recuperado el 20 de febrero de: el 10 de abril de: <http://asclepio.revistas.csic.es/index.php/asclepio/article/view/39/38>
- Okuda, B. M. y Gómez, R.C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. Revista Colombiana de Psiquiatría, vol. XXXIV, núm. 1, 2005, pp. 118-124. Asociación

Colombiana de Psiquiatría. Bogotá, D.C., Colombia. Recuperado el 20 de agosto de:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74502005000100008

Ossa, C.C. Castro, R.F. Castañeda, D.M. y Castro, R.J (2015). Metacognición institucional para un aprendizaje organizacional participativo: Herramienta innovadora de gestión escolar. Revista Gestión de la Educación Vol. 6, N° 1, pp.11-21. Escuela de Administración Educativa. Universidad de Bío-Bío Chile Recuperado el 10 de abril de:
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/gestedu/article/view/22718/22924>

Olaya, O.M. (2017). Papel de la regulación metacognitiva en la resolución de problemas de genética mendeliana en estudiantes de grado octavo de la IEDTA San Ramón (funza-cundinamarca). (Tesis Maestría). Universidad Autónoma de Manizales Maestría en Enseñanza de las Ciencias

Quiceno, H., & Suarez, M. (2010). Diseño y análisis de unidades didácticas desde una perspectiva multimodal. Recuperado el 20 de abril de:
<http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/bitstream/11182/368/1/Clase%20multimodal%20y%20la%20formaci%C3%B3n%20y%20evoluci%C3%B3n.pdf>

Palacín, F.M. (2015). Propuesta didáctica para abordar los contenidos de la genética, y biología molecular, en 4° de la ESO, utilizando el enfoque investigación dirigida. (Tesis de maestría). Universidad Internacional de la Rioja. Ciudad de Gijón. Recuperado el 20 de febrero de:
<https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/3289/PALACIN%20FERNANDEZ,%20MARIA.pdf;sequence=1>

Perales, P.F. y Cañal, L. P. (2000). Didáctica de las ciencias experimentales, El diseño de las Unidades didácticas. Editorial Marfil. Recuperado de
<http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/bitstream/11182/368/1/Clase%20multimodal%20y%20la%20formaci%C3%B3n%20y%20evoluci%C3%B3n.pdf>

- Peris, L.R (2017). Outdoor Education: (Educación al Aire Libre). Una Forma de Aprendizaje Significativo. Cuesta del Rosario y Sevilla España. Editado por Punto Rojo Libros, S.L.
- Salazar, L. (2013). Enseñanza aprendizaje del concepto de sistema nervioso en estudiantes de básica secundaria. (Tesis Maestría). Universidad Nacional de Colombia. Manizales, Colombia: Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/10606/1/8411521.2013.pdf>
- Schraw, G., y Dennison, R. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, New York, v. 19, n. 4, p. 460-475,
- Schraw, G., & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Revistas, Educational psychology review*,7(4), 351-371. University of Nebraska – Lincoln. Recuperado el 2 de marzo del 2020 de:
https://www.researchgate.net/publication/227297989_Metacognitive_Theories/link/5780446508ae9485a439bea4/download
- Swanson, L.H. (1990). Influence of metacognitive knowledge and aptitude on problem solving, *Journal of Educational Psychology* 82, 306–314.
- Tamayo, O.E. Zona, L. J. y Loaiza, Z Y (2016). *Pensamiento Crítico en el Aula de Ciencias*. Libros de Investigación. Editorial Universidad de Caldas. Manizales, Colombia.
- Tamayo, O. (2006). Los bordes de la pedagogía: del modelo a la ruptura. La metacognición y los modelos para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Universidad Pedagógica Nacional, 275 -306. Recuperado el 20 de abril de:
<https://webgrid.autonoma.edu.co/uamvirtual/course/view.php?id=3214>
- Tamayo, O. (2009). Aspectos epistemológicos, pedagógicos y curriculares en la enseñanza de las ciencias. *Didáctica de las ciencias: La evolución conceptual en la enseñanza y el*

aprendizaje de las ciencias, 49-61. Recuperado de:
<https://webgrid.autonoma.edu.co/uamvirtual/course/view.php?id=4106>

Tamayo, O. (2014). Didácticas dominio-específicas y modularidad de la mente. En Suárez, C. (Compilador). Miradas Contemporáneas en Educación No. 2: Algunos puntos clave para el debate., 83-108. Recuperado mayo 20 de:
https://webgrid.autonoma.edu.co/uamvirtual/pluginfile.php/242471/mod_resource/content/1/RECURSO%206.pdf

Tamayo, O. (2006). La metacognición en los modelos para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. 1-26.

Tamayo, Zona y Loaiza (2017). La metacognición como constituyente del pensamiento crítico en el aula de ciencias. TED: Tecné, Episteme y Didaxis.

Tamayo, O., & Vasco, C., (2013). Diseño y análisis de unidades didácticas desde una perspectiva multimodal. Manizales: Universidad de Manizales.

Valencia, R. M (2017) Posibles aporte de la Regulación Metacognitiva al cambio de modelos explicativos del concepto de onda mecánica. Universidad Autonoma de Manizales. Caldas Colombia

Valenzuela, M.A. (2019). ¿Qué hay de nuevo en la metacognición? Revisión del concepto, sus componentes y términos afines. Revista Educ. Pesqui., São Paulo, v. 45, e187571, Universidad de Talca. Talca, Chile. Recuperado el 25 de agosto de:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S151797022019000100525&lng=en&nrm=is

Vargas, C.A. y Burbano, R.D. (2014). Desarrollo de Habilidades Metacognitivas con el Aprendizaje de a Genética Molecular a Través de una Didáctica no Parametral en

Estudiantes del Grado Noveno de la Institución Educativa Diego Luis Córdoba. Municipio de Linares, Departamento de Nariño. (Tesis de maestría). Universidad San Jun de Pasto Colombia. Recuperado el 20 de mayo de:

<http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/handle/6789/1917>

Valenzuela, J. (2008). Habilidades de pensamiento y aprendizaje profundo. Revista Iberoamericana de Educación Volumen n.º 46/7 EDITA: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). Université Catholique de Louvain, Bélgica. Recuperado el 11 de junio de <https://docplayer.es/2590098-Habilidades-de-pensamiento-y-aprendizaje-profundo-1.html>

Vallejo, S. J. (2019). Fortalecimiento de la estructura argumentativa del tema de genética mendeliana “leyes de mendel” utilizando laboratorios virtuales (stargenetics y simulador de genética), en los estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa San José. (Tesis Maestría) Universidad Autónoma de Manizales Facultad de Estudios Sociales y Empresariales Maestría en Enseñanza de las Ciencias Manizales.

Viglia, S.M (2007). Ciencias Naturales y Aprendizaje Significativo: Claves para la Reflexión Didáctica y la Planeación. Primera edición. Buenos Aires: Centro de Publicaciones y materia didáctico.

Vecchi, D. y Hernández, I (2015). Epigénesis y preformacionismo: radiografía de una antinomia inconclusa. *Scientiæ zudia*, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 577-97, Recuperado el 20 de febrero de: <http://www.scielo.br/pdf/ss/v13n3/2316-8994-ss-13-03-00577.pdf>

Villee, C. A. (1988). *Biología*. Séptima edición. Mc Graw Hill. 875 p. Wenger, E.C. y Snyder, W.M. (2000). *Communities of practice: The organizational frontier*. *Harvard Business Review*, 78(1), pp. 139-145.

Villa, G.L. y Torres, R.M (2011). Una propuesta para la enseñanza de herencia biológica desde un análisis histórico del concepto. Asociación Colombia para la investigación en Educación en Ciencias y Tecnología EDUCyT. EDUCyT, 2011; Vol. 4, Junio – Diciembre, ISSN: 2215 – 8227. Recuperado el 20 octubre de:
<http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/8637/1/Una%20propuesta%20para%20la%20ense%C3%B1anza%20de%20herencia%20biol%C3%B3gica%20desde%20un%20an%C3%A1lisis%20hist%C3%B3rico%20del%20concepto.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Indagación de los Modelos Explicativos Acerca de la Herencia

Aplicado antes de la elaboración de unidad didáctica

Información para el Estudiante.

Grado noveno B. _____ Código (01 al 36) _____ Fecha _____

En este instrumento no existen respuestas correctas o incorrectas, tampoco tendrás calificación ni valoración; solamente se desea indagar sobre el aprendizaje. Le agradezco observe las figuras y de las respuestas al interrogante con la cual usted se sienta más identificado.



Esposos,
fisicoculturistas



Perra Pola
nació sin
rabo



Fecundación
in vitro



Recibiendo
sangre



Perro Topo,
le cortaron el
rabo

1. ¿De dónde crees que provengan las características externas como el color de la piel, ojos, estatura y las enfermedades que poseen los seres vivos? .Explica _____

2. En la figura se muestra una familia de color moreno ¿Por qué crees que todos sean de ese color? Explica_____
- _____
- _____
3. Los osos polares son de color blanco como la nieve, tienen el mismo color de su ambiente; así como ellos están la mayoría de las especies que viven en su ambiente natural ¿Por qué crees que sucede esto?
Explica_____
- _____
- _____
4. La perra Pola y el perro Topo, mostrados en la figura carecen de rabos, de la perra se sabe que la madre nació sin rabo también. Si la Pola está embarazada únicamente de Topo ¿Cómo crees que nacerán sus crías?
Con rabo o sin rabo.
Explica_____
- _____
- _____
5. La pareja de esposos mostrados en la figura, se conocieron hace 10 años en el gimnasio, ambos levantan pesas, ella está en embarazo de gemelos. ¿crees que sus hijos al crecer desarrollaran sus músculos aun sin levantar pesas? Explica.
- _____
- _____
- _____
6. Quizás hayas escuchado esta frase de tus padres o familiares, “tú eres sangre de mi sangre” “tu llevas mi sangre en tus venas” La señora que muestra la imagen recibiendo sangre, solo se la pudo donar su hijo, con las demás personas es incompatible ¿Cómo explicas esto? ¿Crees que las

características se transmiten por la sangre? Explica

7. El esposo de la señora embarazada es blanco igual que ella; pero ambos son estériles, sin embargo, a ella le implantaron un óvulo fecundado de donantes anónimos. ¿A quién crees que se parecerá más su hijo al padre o la madre?

Explica

8. En la figura se muestran las células sexuales óvulos y espermatozoide ¿Cuál de las dos crees que tenga más influencia sobre los caracteres hereditarios?

9. Después de contestar todas las preguntas realiza un escrito en donde expongas las razones por las cuales existen tantas personas, plantas y animales diferentes; las razones por las cuales existen familias cuyos antepasados y descendientes padecen enfermedades, algunas incurables aún para la ciencia.

10. Realiza un dibujo en el cual se dé cuenta de donde provienen las enfermedades que padece la enfermedad y quienes pueden curarlas.

Muchas gracias que tengas un feliz día.

Anexo 2. Instrumento: Para la Indagación de las Habilidades Metacognitivas.

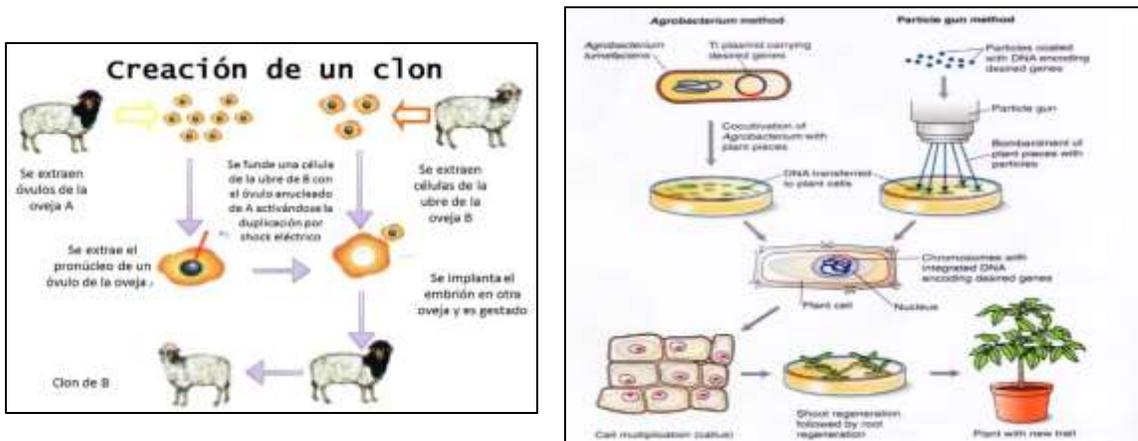
(Planeación, monitoreo y evaluación) Aplicando antes de la elaboración de la unidad didáctica.

Información para el Estudiante.

Grado noveno B. _____ Código (01 al 36) _____ Fecha _____

Estudio de Caso. El bioarte degeneración genética o arte.

La oveja Dolly fue el primer organismo reportado clonado con éxito (se obtuvo una copia idéntica del organismo a partir de su ADN) y Alba fue el primer ser vivo que nació como obra de arte: un conejo transgénico de color verde fluorescente al que se le había inoculado el ADN de una Medusa para volverlo bioluminiscente. El artista Eduardo KaC es el padre del Alba y del Bioarte, una nueva forma de creación en la cual se aplican técnicas de biotecnología y materiales orgánicos en la elaboración de creaciones artísticas. El principal objetivo de esta corriente es plantear el debate sobre los límites y las posibilidades de las nuevas tecnologías dedicadas a la creación, modificación y reproducción de la vida. Los esquemas representan la clonación y como se crea un organismo transgénico.



Preguntas problemáticas. Usted debe realizar el bosquejo para la creación de un bioarte a partir de la flora, la fauna y microorganismo presentes en la región, en donde especifique los genes a transferir, el porqué de la selección de los vectores que realizarán la

transferencia del gen, las características que estos genes le transmitirán al animal y las consecuencias ambientales para el organismo modificado, por último debe argumentar científicamente si está a favor o en contra del bioarte.

1. ¿Cómo te prepararías para resolver la situación problema? Explicar

2. ¿Antes de dar respuestas a las preguntas formuladas diseñaste alguna estrategia o plan para resolverla? si ___No___ ¿Cuál y por qué?_____

3. ¿Qué dificultades encontraste para realizar el bosquejo del bioarte, con las especificaciones establecidas? ¿Cómo crees que podrías mejorar esas dificultades o cómo las superaste?

4. ¿Cuándo estabas desarrollando la actividad, te detuviste a preguntarte si la estabas haciendo bien? Si ___No___ ¿si la estrategia utilizada te llevaría a la solución correcta? Si___, No ___ Explica

5. ¿Crees que alcanzaste los objetivos propuestos en la actividad? _____

6. ¿Qué funcionó bien? ¿Qué no funcionó? ¿Harías las cosas de manera diferente la próxima vez? Explica_____

7. ¿Cómo te das cuenta que has aprendido un tema?_____

8.. ¿Determinas con anterioridad que conocimientos te permiten dar respuestas a las preguntas o problemas formulados?

Muchas gracias, que tenga un hermoso día.

Anexo 3. Unidad Didáctica.

Título. Una estrategia didáctica para potenciar la regulación metacognitiva y el aprendizaje de los caracteres hereditarios.

Grado Noveno. Tiempo de ejecución 5 semanas de cuatro horas de 55 minutos cada una.

1. Presentación.

Entre los tantos fines de la didáctica encontramos incentivar el pensamiento crítico, propiciar la motivación y generar actitudes positivas en los estudiantes, con el fin de obtener aprendizajes profundos y duraderos, para ello se requiere, aumentar la comprensibilidad de los contenidos y que los estudiantes logren autoregular su aprendizaje, por ello se ha diseñado la siguiente unidad didáctica sobre el aprendizaje de los caracteres hereditarios, presentada desde una visión histórico-epistemológica en donde se da cuenta de los principales modelos que han servido para explicar la forma como se transmiten los caracteres hereditarios; pero buscando potenciar en ellos la regulación metacognitiva para que puedan planear las actividades, monitorear o verificar la planeación y sean capaces de evaluar sus procesos de aprendizaje o autoregularse, la unidad didáctica se convierte en un insumo para alimentar las mallas curriculares.

La secuencia de la unidad didáctica se fundamenta en la estructura o parámetros que rigen la maestría en enseñanza de las ciencias, la cual consta de tres momentos,

Momento 1, o de ubicación.

En este se exploran los modelos explicativos que poseen los estudiantes con respecto a la herencia de los caracteres, permitiendo determinar los obstáculos en el aprendizaje.

Momento 2 o desubicación.

Se introducen los conceptos a trabajar, basados en fuentes investigativas que sustentan los procesos cognitivos y didácticos, dándose una confrontación entre, modelos explicativos que poseían los estudiantes y la nueva información que reciben.

Momento 3 o de Reenfoque.

En él se busca que los estudiantes apliquen lo aprendido bajo la luz que orientan las teorías y pongan en práctica los parámetros de la regulación metacognitiva.

2. Criterios tenidos en cuenta para el diseño de la Unidad Didáctica

De acuerdo a las orientaciones dadas por el profesor Yoany Andrés Patiño, Ana Milena López Rúa, Oscar Eugenio Tamayo, Wilman Ricardo Henao, en las webs conferencias, para la estructura de la unidad didáctica se deben incluir actividades que:

- Exploren las ideas previas, los obstáculos que impidan al estudiante obtener su aprendizaje, en este caso los caracteres hereditarios.
- Determinen la historia epistemológica del tema, hacia que modelos explicativos están orientados los estudiantes, sobre la herencia, en este caso se deben orientar hacia la genética mendeliana.
-
- Actividades que potencien la regulación metacognitiva en donde los estudiantes planeen, monitoreen la planeación y evalúen el aprendizaje obtenido de los caracteres hereditarios

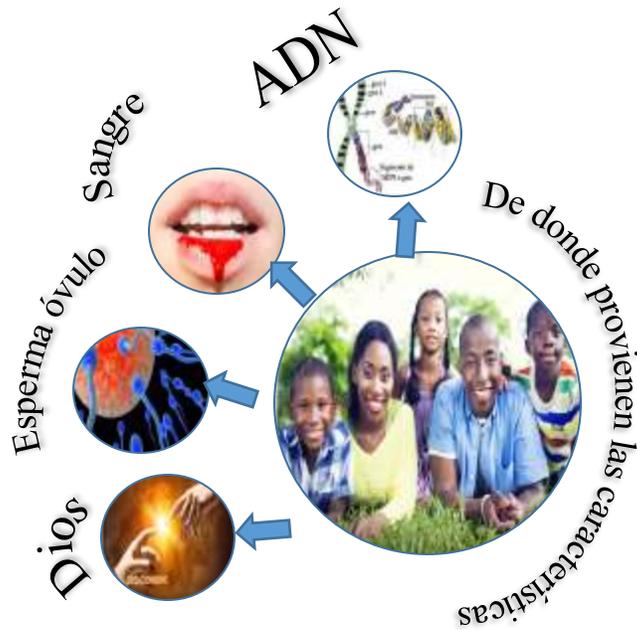
3. Objetivos.

- Incursionar a los estudiantes hacia el modelo explicativo de la herencia biológica (postmendeliana) con el fin de promover la comprensión de los caracteres hereditarios.
- Generar habilidades de regulación metacognitiva durante la enseñanza-aprendizaje de los caracteres hereditarios con el fin de que los estudiantes autorregulen su conocimiento.

MOMENTO 1. Ubicación. Exploración de Obstáculos.

Actividad 1. Exploración de los modelos explicativos de la herencia.

Actividad individual. Se les entregará el mapa cognitivo de una las siguientes familias, una de color negro, una asiática, una indígena y otra blanca, en la parte superior de estas estarán imágenes de espermatozoides, ADN, representación de Dios y otras de consanguineidad, tal como se muestra en las imágenes.

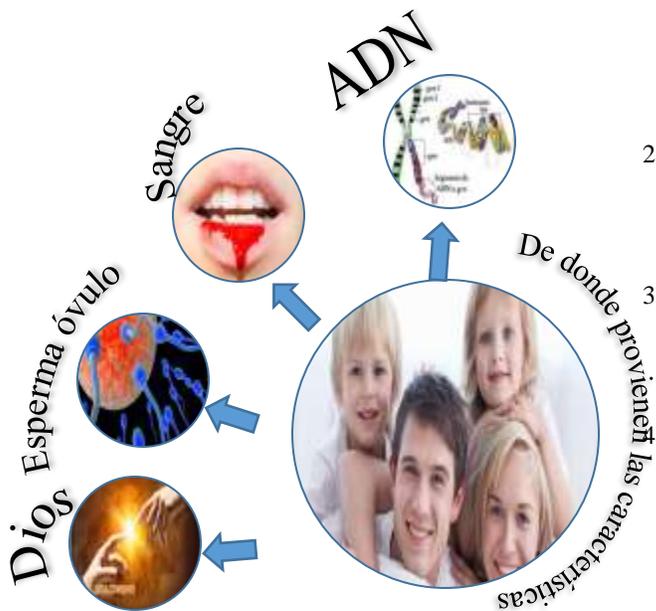


Familia 1.

1. ¿Qué características comparten en común los miembros de esta familia? Explica

2. ¿De dónde crees que provengan las características de la familia?

3. Escribe las razones por las cuales elegiste esa opción, mínimo tres _____
4. Existe la posibilidad ¿Qué los padres engendren un hijo de color de piel blanca?

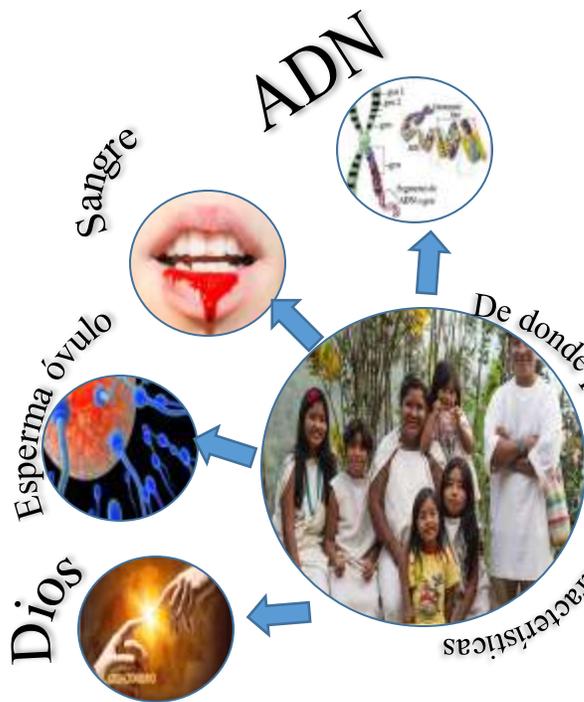


Familia 2

1. ¿Qué características comparten en común los miembros de esta familia? Explica

 2. ¿De dónde crees que provengan las características de la familia?

 3. Escribe las razones por las cuales elegiste esa opción, mínimo tres _____
- Existe la posibilidad ¿Qué los padres engendren un hijo de color negro? Argumenta tus razones.



Familia 3

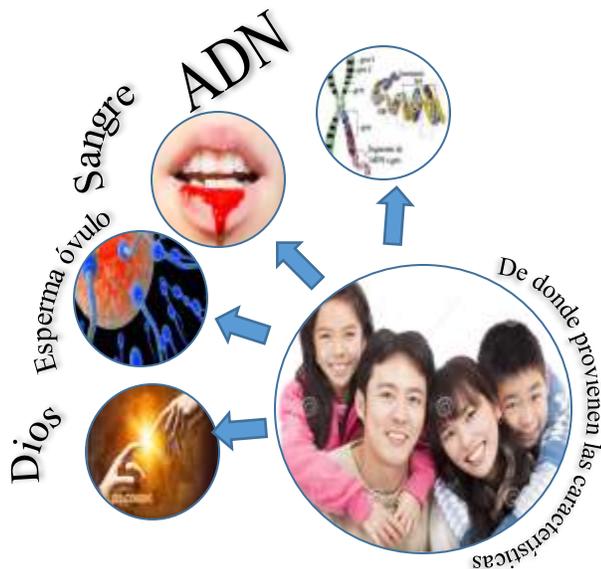
1. ¿Qué características comparten en común los miembros de esta familia? Explica

2. ¿De dónde crees que provengan las características de la familia?

3. Escribe las razones por las cuales elegiste esa opción, mínimo tres _____

4. Existe la posibilidad ¿Qué los padres den un hijo de color blanco? Argumenta tus

Familia 4



1. ¿Qué características comparten en común los miembros de esta familia? Explica

2. ¿De dónde crees que provengan las características de la familia? _____
3. Escribe las razones por las cuales elegiste esa opción, mínimo tres _____
5. Existe la posibilidad ¿Qué los padres engendren un hijo blanco de cabello rubio o de color de piel negra? Argumenta tus razones.

Actividad grupal. Después de realizar la actividad de manera individual los estudiantes se reunirán en grupos de trabajo de acuerdo a la familia asignada (1,2,3,4) y compararán las respuestas dadas.

Este primer momento permitirá determinar, con cuales de los modelos explicativos de la herencia según la historia se familiarizan los estudiantes y los obstáculos que se les presentan.

MOMENTO 2. Desubicación, Apropiación de Conceptos

Se introducen los conceptos a trabajar, basados en fuentes investigativas que sustentan los procesos cognitivos y didácticos, dándose una confrontación entre las ideas, modelos explicativos que poseían los estudiantes y la nueva información que reciben. Se presentarán dos actividades

Actividad 2. Epistemología e historia de la herencia

Busca que los estudiantes conozcan la historia y epistemología de los modelos explicativos de la herencia según la historia, para ello se les entregará un escrito con la información recopilada de los modelos que han explicado la herencia en la historia, se les pedirá que la lean de manera individual y respondan los interrogantes, después corrobore con los compañeros, por ultimo con el docente.

Lectura: Modelos explicativos de la Herencia según la Historia

La Pangénesis Explica el parecido entre un individuo y sus padres. La teoría de la pangénesis fue defendida por Anaxágoras, Demócrito VII AC en los tratados hipocráticos según la cual cada órgano y estructura del cuerpo producía pequeños sedimentos llamados gémulas, que por vía sanguínea llegaban a los gametos. El individuo se formaría gracias a

la fusión de las gémulas de las células. Aristóteles planteó esta teoría y Charles Darwin la retomó luego de haber sido ignorada por casi dos mil años ya que apoyaba a su teoría evolutiva. (Vecchi y Hernández, 2015).

Preformismo, Postulan que en el óvulo o el espermatozoide ya estaba presente y formado el feto como un pequeño hombre llamado homunculos, el cual estaba dotado de las diferentes partes del cuerpo. Esta noción se extendió por los biólogos pioneros en el siglo XVIII. (Villa, y Torres, 2011).

Caracteres Adquiridos Afirmaba que los órganos se adquieren o se pierden como consecuencia del uso o desuso y que los caracteres adquiridos por un ser vivo son heredados por sus descendientes, ejemplos, los sapos al realizar fuerzas en sus patas traseras para saltar lograron que estas se han más largas que las delanteras, que disminuyeron su longitud al recibir el golpe al tocar el suelo proveniente del salto. (Villa, y Torres, 2011).

Creacionista. Es la creencia, inspirada en dogmas religiosos, que dicta que la Tierra y cada ser vivo que existe actualmente proviene de un acto de creación por un ser divino.

Herencia Biológica Utiliza los eventos presentes en la reproducción celular, la meiosis, el intercambio de la información genética, la estructura de los ácidos nucleicos la función que desempeñan los genes y su influencia con el medio ambiente. Para su estudio se emplean las leyes de Mendel y la ingeniería genética.

Planteamiento del problema

1. Arma un plan con sus respectivos pasos que te permita construir una tabla comparativa en donde se evidencien similitudes, diferencias de los modelos explicativos de la herencia. Después construir la tabla, argumenta las razones que llevaron Charles Darwin a retomar la teoría de la Pangénesis. ¿Cuál de las teorías de los modelos explicativos le hubieses recomendado tú y por qué?

Compara el plan con los pasos, los resultados de la tabla y los argumentos con dos o tres compañeros y responde individualmente.

2. ¿Consideras que las estrategias empleadas te dieron los resultados esperados?

3. ¿Qué funcionó bien de la actividad? y por qué _____

4. ¿Qué no funcionó bien de la actividad?

5.. Con los compañeros elegidos, arma una historieta, en donde se ilustren los modelos que explican la herencia según la historia, coloque un nombre que la identifique.

Historieta

6. Existe alguna relación entre la historieta construida y las características que comparten las familias que describiste en la actividad 1 (de la familia). Explica similitudes y diferencias

7. ¿Consideras que la actividad tubo sentido realizarla?

Actividad 3. Apropriación de conceptos mediante las estrategias de la regulación metacognitiva.

Reflexión metacognitiva en la solución de una situación problema en la que debe recrearse el proceso de la replicación o duplicación de la molécula de ADN con figuras previamente elaboradas.

MATERIALES: Figuras de las moléculas del ADN, bases nitrogenadas, grupo fosfato, azúcar, cinta pegante, chinchas, cuerdas, tijeras, colbón, engrapadora, reglas de 100cm o tablillas, cartulinas, cremallera o cierres.



Planteamiento.

En grupo de cuatro estudiantes leer en voz alta una o varias veces el siguiente texto que explica el proceso de replicación, duplicación o la transcripción.

La Replicación, o Transcripción

Una característica muy importante de la molécula de ADN es la capacidad que tiene para hacer copias de si misma, es decir, para replicarse o duplicarse cada vez que se divide una célula. Gracias a la replicación es posible pasar la información genética a nuevas células durante la división celular. Esto permite que la información se mantenga de generación en generación.

La estructura del ADN se replica de la siguiente manera: Cuando la molécula se va a duplicar, las cadenas se van separando por la mitad donde se encuentran las bases como si fuera una cremallera que se está abriendo por la acción de la enzima Helicasa. Luego, cada pareja de bases nitrogenadas queda al descubierto. Las bases a cada lado de la molécula se usan como patrones para una nueva cadena complementaria. Existen nucleótidos libres en la célula que pueden comenzar a unirse a dichas bases, manteniendo siempre la misma composición de parejas, es decir, A-T, G-C (Adenina-Timina, Guanina-Citocina) esto significa que al final se van a formar dos moléculas exactamente iguales en su composición, pero cada una de ellas tendrá una cadena original y una cadena nueva, compuestas por los nuevos nucleótidos adheridos.

En la replicación participan enzimas especiales. Unas se encargan de iniciar el proceso, las iniciadoras helicinas, otras de mantener las cadenas separadas de la de Unión, que se unen a las cadenas individuales abiertas, las **topoisomerasas**. A demás hay enzimas que se encargan de romper los enlaces que unen a las parejas de bases complementarias Helicinas

y otras que permiten que la hélice vaya girando para que no haya tensión en los sitios de replicación girasas, y las ADN polimerasa con la ligasa que ubica cada nucleótido en la hebra correspondiente.

Después de la lectura que ilustra el proceso de la replicación transcripción sigue los siguientes momentos:

Regulación Metacognitiva, Momento 1: Planeación.

Debes diseñar, una estrategia escrita que te permita recrear el proceso de la replicación o transcripción en el piso (baldosa) del salón, con las figuras de las moléculas de ADN y demás materiales suministrados, en el cual, debe estar presente la molécula inicial ADN, otro que represente la forma como se divide esta, con el nombre de las enzimas que participan en el proceso y otro con las dos moléculas complementarias que se obtienen, que irán a cada una de las células hijas. (o la representación de como se obtiene el ARNm a partir de la información del ADN)

1. ¿Cómo te prepararías para resolver la situación problema?

2. ¿Qué estrategia utilizarías? Enumera y explica cada paso, ten en cuenta las figuras y los materiales.

Paso 1. _____

Paso 2. _____

Paso 3. _____

Paso 4. _____

3. ¿Por qué crees que los pasos planteados para recrear el proceso y la utilización de los materiales seleccionados te darán resultados? _____

Regulación Metacognitiva, Momento 2. Monitoreo o verificación.

Debes ejecutar el plan que diseñaron, para recrear el proceso de la replicación o transcripción y en el recorrido verificar e identificar las dificultades que se les presenten. Para ello en el transcurso responde los siguientes interrogantes:

4. ¿Cuáles de los pasos planteados en las estrategias, les están generando dificultades para la recreación del proceso de replicación o transcripción del ADN?

5. ¿Crees que los materiales seleccionados para recrear el proceso de la replicación o transcripción son los más adecuados?

Explica

6. ¿Qué estrategias utilizaste para dar solución a las dificultades encontradas? Explica

Regulación Metacognitiva Momento 3. Evaluación.

Una vez realizada la ejecución del plan con los respectivos arreglos o ajustes en cuanto a diseño y materiales utilizados, para lograr recrear el proceso de replicación o transcripción del ADN, se prosigue a evaluarlo dando las explicaciones de sus logros, fallas o las razones por las cuales no se pudo llegar a la recreación del proceso asignado con sus diseño.

7. ¿Creen que las estrategias seguidas y selección de materiales les permitió recrear adecuadamente el proceso de la replicación? Si ___ No ___ por qué _____

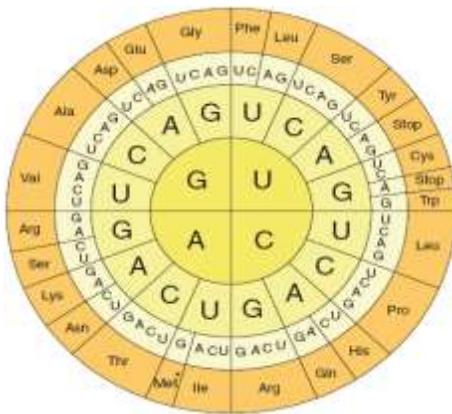
8. ¿Consideras qué has alcanzado las metas propuestas? ¿Qué valoración creen que se mereces y por qué? _____

9. Harías las cosas de manera diferente la próxima vez?

10. ¿Crees que la recreación del proceso de replicación o transcripción del ADN mediante las figuras será relevante para tu vida? Si ___ No ___ ¿Por qué? _____

Actividad 4. Afirmación de Conceptos de Forma Magistral

Partiendo del ARNm obtenido por los estudiantes en la actividad anterior se procede a explicar de forma magistral el proceso de la traducción y la obtención de proteínas. Para ello se utilizará el código genético y los 20 aminoácidos que forman las proteínas.



ESENCIALES
Isoleucina (Ile)
Leucina (Leu)
Lisina (Lys)
Metionina (Met)
Fenilalanina (Phe)
Treonina (Thr)
Triptófano (Trp)
Valina (Val)
Histidina (His)

NO ESENCIALES
Alanina (Ala)
Tirosina (Tyr)
Aspartato (Asp)
Cisteína (Cys)
Glutamato (Glu)
Glutamina (Gln)
Glicina (Gly)
Prolina (Pro)
Serina (Ser)
Asparagina (Asn)
Arginina (Arg)

Se les presentará el siguiente problema el cual requiere de una solución. La siguiente figura representa la secuencia de ADN codifica para una proteína



ADN	TAA	AGG	CAG	CGT	TTG	GCA	ATG
ARN _m							
ARN _t							
A.A							

1. ¿Cómo planearías resolver el problema? Enumera los pasos que tendrías en cuenta para resolver la situación para determinar los aminoácidos que formarían la proteína

Paso 1. _____

Paso 2. _____

Paso 3. _____

Paso 4. _____

Cuando estés tratando de resolver el problema con los anteriores pasos que enumeraste, detente un momento y pregúntate

2. ¿Estaré haciendo lo correcto, para resolver el problema? Si/no ¿por qué?

3. ¿Siento que estoy encontrando la solución? o por el contrario ¿me siento confundido? Explica, justificando tu respuesta

Cuando se anunció la finalización del tiempo asignado para resolver la actividad

4. ¿Habías resuelto el problema? _____

5. ¿Te resultaron apropiados los pasos que enumeraste al principio de la actividad?

Justifica tu respuesta. _____

6. Si no se pudo resolver el problema ¿Qué crees que pudo haber fallado?

7. ¿Crees que has alcanzado las metas propuestas? ¿Qué Valoración crees que te mereces y por

qué? _____

Afinamiento. Después de las preguntas metacognitivas se indaga en los grupos si las estrategias empleadas les facilitaron la obtención de las respuestas, y que lean los pasos descritos para dar solución al problema.

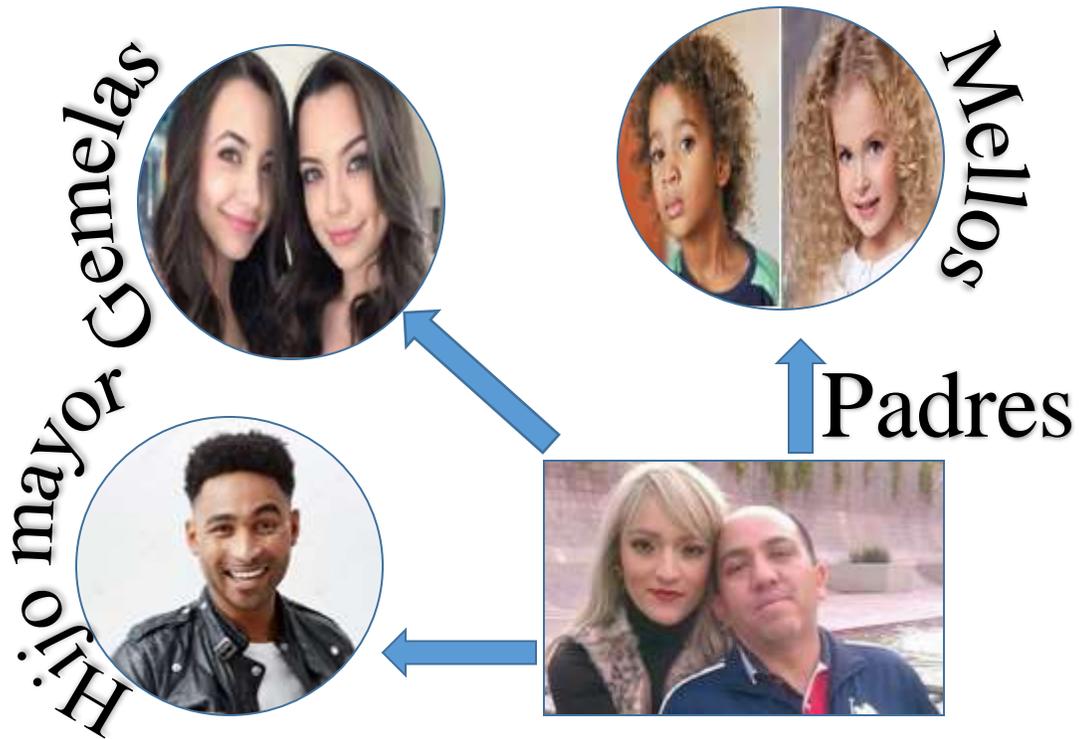
MOMENTO 3. Reenfoque, Apropiación de conceptos

El tercer y último momento de la unidad didáctica, se realiza con el fin de determinar el modelo explicativo con el cual se identifican los estudiantes, verificar si se logró la evolución conceptual y si realmente se apropiaron de las estrategias de la regulación metacognitivas para dar solución a los problemas relacionados con la herencia. Para ello se le plantea un estudio de casos y se regresa al análisis de la actividad descrita para indagar los modelos explicativos de la herencia.

Actividad. 5.

Estudio de Caso. La genética en la familia.

La familia Lozano Díaz, está conformada por cinco hermanos de padre y madre, los dos menores son mellos, (macho y hembra) la niña es de piel blanca, cabello ondulado amarillento de lóbulos de oreja unidos, mentón dividido, el niño es de color de piel trigueña, cabello ondulado negro, de lóbulos de oreja divididos; los dos siguientes son gemelas, ambas de piel blanca, cabello liso negro, fileñas, de lóbulos de las orejas unidos, mentón dividido; el mayor de los hermanos es de color moreno, cabello rizado, mentón dividido. Los esposos son de color blanco, lóbulos de orejas dividido, la mujer es de mentón dividido y toda la familia tiene en común el mismo grupo sanguíneo A y el color negro de sus ojos negros.



Teniendo en cuenta que el código genético es igual para todos los seres vivos, de igual forma los componentes del ADN son los mismos y solo existen 20 aminoácidos que son los que forman las proteínas las cuales son las que determinan las características que diferencian a un ser del otro y partiendo del hecho que la familia Lozano Díaz, viene consumiendo los mismos alimentos diariamente, es decir ingieren las mismas proteínas, los mismos aminoácidos se plantea la siguiente situación

Planteamiento del Problema.

Partiendo de las características descritas en la familia. Usted debe elaborar estructuras de genes (ADN) que permitan demostrar que a pesar que los miembros de la familia consumen los mismos aminoácidos en los alimentos, sus células sintetizan iguales o diferentes proteínas para rasgos similares y diferente respectivamente. La estructura debe dar cuenta del ADN, de los ARN implicados en la traducción y deben tener mínimo seis aminoácidos para cada característica.

1. ¿Por qué razón todos ellos no adquieren las mismas características, los mismos rasgos (¿color de piel, cabello, estatura? ¿A qué crees que se deben tantos rasgos variados en la familia?_____

2. ¿Qué información consideras que es necesaria para dar solución a la situación planteadas_____

3. Escribe paso a paso ¿cómo resolverás este problema_____

4. ¿Cuáles crees que puedan ser las dificultades que te impide dar solución a la situación planteada? ¿Cómo crees que podrías mejorar o superar esas dificultades? Explica_____

5. ¿Crees que la actividad que estas desarrollando tiene sentido? ¿Tienes una comprensión clara de lo que estás haciendo?_____

6. ¿Consideras que has alcanzado el objetivo propuesto con la actividad? ¿Qué te funcionó bien de la estrategia?_____

7. Una de las gemelas se casó con un hombre de ojos negros, cuyos padres y abuelos también tenían los ojos negros; sin embargo, han tenido dos hijos con ojos azules, ellos manifiestan que este es un milagro de Dios. ¿Qué respuestas das tú?_____

8. Una de las gemelas desea tener un hijo con los ojos verdes. ¿Crees que la ciencia puede lograr dicho cometido? Explica por qué si y cómo se haría o por qué no es posible. ¿qué consecuencias podría haber para la madre o el bebe que se forme?_____

Referencias. Unidad didáctica

- Gutierrez, D. (Septiembre 2005). Fundamentos teóricos para el estudio de las estrategias cognitiva y metacognitivas. *Investigación educativa No. 4* 21.28. Universidad Pedagógica de Durango, Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2880921.pdf>
- Íñiguez, P.F y Puigcerver, O. M. (2013). Una propuesta Didáctica para la Enseñanza de la Genética en la Educación Secundaria. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 10(3) pp. 307-327. Recuperado el 27 de mayo de : <https://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/15441>
- Jaramillo, S., & Osses, S., (2010). *Procesos metacognitivos en el curriculum de ciencias naturalesa nivel de educación general básica*. Competencias Básicas. Llevado a cabo en el Congreso Iberoamericano de Educación. Metas 2021, . Buenos Aires, Argentina. Recuperado de http://www.chubut.edu.ar/descargas/secundaria/congreso/COMPETENCIASBASICAS/RLE2604_Jaramillo.pdf
- Noguera, S.R y Ruiz, G.R. (2005). Pangénesis y Vitalismo Científico. Revisata Asclepio- Vol. LVII-1. Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, UNAM, 04510 México, D.F. México. Secretaria de Desarrollo Institucional, UNAM, 04510 México, D.F. México. Recuperado el 20 de febrero de: el 10 de abril de: <http://asclepio.revistas.csic.es/index.php/asclepio/article/view/39/38>
- Vecchi, D. y Hernández, I (2015). Epigénesis y preformacionismo: radiografía de una antinomía inconclusa. *Scientiæ zudia*, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 577-97, 2015. Recuperado el 20 de febrero de <http://www.scielo.br/pdf/ss/v13n3/2316-8994-ss-13-0>

